

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO
DOUTORADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

JOSÉ ROBERTO MATEUS JUNIOR

**MODELO DE GESTÃO DA ERGONOMIA INTEGRADO AS
PRÁTICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA - ERGOPRO: O CASO
DE UMA EMPRESA DE EMBALAGEM DE PAPELÃO
ONDULADO**

**FLORIANÓPOLIS
2013**

JOSÉ ROBERTO MATEUS JUNIOR

**MODELO DE GESTÃO DA ERGONOMIA INTEGRADO AS
PRÁTICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA - ERGOPRO: O CASO
DE UMA EMPRESA DE EMBALAGEM DE PAPELÃO
ONDULADO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Eugenio Andrés Díaz Merino

**FLORIANÓPOLIS
2013**

JOSÉ ROBERTO MATEUS JUNIOR

**MODELO DE GESTÃO DA ERGONOMIA INTEGRADO AS
PRÁTICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA - ERGOPRO: O CASO
DE UMA EMPRESA DE EMBALAGEM DE PAPELÃO
ONDULADO**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia, especialidade em Ergonomia, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 25 de junho de 2013.

Prof. Antonio César Bornia, Dr.

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Banca Examinadora

Prof. Eugenio Andrés Díaz Merino, Dr.
Orientador

Prof. Lizandra Garcia Lupi Vergara
Membro Interno

Prof. Luiz Fernando Figueiredo
Membro Interno

Prof. Albertina Pereira Medeiros
Membro Externo

Prof. Fabiana Flores Sperandio
Membro Externo

Prof. Eliete Auxiliadora Assunção Ourives
Membro externo

ADECIMENTOS

A minha família, a minha filha Alice, meu pai José Roberto Mateus, minha mãe Ana Cristina Luiz e minha irmã Carlina Mateus, pelo carinho, apoio e paciência. A minha namorada Aline, aos meus amigos de longa data, pelo apoio na perseverança de continuar sempre.

Aos amigos do PPGE, Tarles, Clarissa, Julio e Carlos, que me apoiaram inúmeras vezes com trabalhos, com entregas de documentos, com palavras de apoio para continuidade da tese e tudo isso sempre com muito bom humor, grandes pessoas!

Ao amigo e orientador Prof. Eugenio Merino, o qual confiou em meu trabalho, perseverou junto a mim desde 2007 quando sonhava em entrar no mestrado, e a sua esposa Giselle também pelo apoio.

A secretaria do PPGE, em especial a Meri.

A empresa Celulose IRANI por me apoiar incondicionalmente na conclusão desse trabalho, em especial o Sr. Sérgio Ribas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos no período do mestrado.

Aos membros da banca pelas contribuições.

*“Melhor do que o ouro é adquirir
sabedoria, e adquirir discernimento
é melhor do que a prata.”
Provérbios 16:16.*

RESUMO

MATEUS JUNIOR, José Roberto. **Modelo de gestão ergonômica integrado as práticas da produção enxuta - Ergopro**: o caso de uma empresa de embalagem de papelão ondulado. 2013. 171f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

O presente estudo teve como objetivo propor um modelo de gestão da ergonomia integrado as práticas da produção enxuta em uma empresa de embalagem de papelão ondulado (Ergopro), localizada no oeste do estado de Santa Catarina. O modelo é dividido em duas partes, a primeira abordando as premissas para uso e a outra apresentando graficamente a forma de sua operacionalização. A pesquisa caracteriza-se como exploratória, usa as práticas de construção de um modelo e aplica o exemplo de uso do modelo em um estudo de caso. Entende-se que a principal premissa para o modelo seja de que a ergonomia precisa desenvolver-se dentro de uma organização de tal forma que seja vista como estratégica. Quanto ao modelo operacional, subdivide-se em: demanda; diagnóstico; comunicação; investigação; e execução. Como resultado da aplicação prática do modelo no exemplo aqui encontrado, pode-se inferir que foi possível atingir o objetivo proposto. E, pelo fato do modelo apresentar procedimentos, métodos e ferramentas para cada uma de suas etapas, acredita-se que seja possível replicá-lo em outro ambiente, com outras características para verificar seu comportamento e seus resultados.

Palavras-chaves: Ergonomia. Produção Enxuta. Empresa de Embalagem de Papelão Ondulado.

ABSTRACT

MATEUS JUNIOR, José Roberto. **Modelo de gestão da ergonomia integrado as práticas da produção enxuta - Ergopro**: o caso de uma empresa de embalagem de papelão ondulado. 2013. 171f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

This study aimed to propose an Ergonomics Management Model Integrated to the Practices of Lean Manufacturing in a company of corrugated packaging (Ergopro), located in the State of Santa Catarina. The model is divided into two parts, the first covering the premises for its use and the other showing graphically the form of its operation. The research is characterized as exploratory, and it uses practices to construct a model and applies it in a case of study. It is understood that the main premise for the model is that the ergonomics need to develop within an organization so that it is seen as strategic. Regarding the operational model, it is subdivided into: demand, diagnosis, reporting, investigation, and enforcement. As a result of the practical application of the model in the example, it can be inferred that it was possible to reach that goal first proposed. It is suggested that the model by presenting procedures, methods and tools for each of its steps, it is possible to replicate it in another environment, with other features to check its behavior and results.

Key Words: Ergonomics. Lean Manufacturing. Corrugated Packaging Industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Elementos que compõe uma situação passível de avaliação ergonômica.....	39
Figura 2: Representação gráfica da atuação da ergonomia na organização do trabalho com base nas afirmações de Falzon (2007, p. 15).	45
Figura 3: Representação gráfica da situação de trabalho	46
Figura 4: Variabilidade da Produção.....	48
Figura 5: Modelo Básico de Sistema de Trabalho pela ótica da Macroergonomia	51
Figura 6: Orientação e validação para escolha da ferramenta de avaliação no processo de intervenção ergonômica.....	55
Figura 7: Síntese do Tema Ergonomia - Mapa Mental.	65
Figura 8: Linha do Tempo dos Sistemas de Gerenciamento de Manufatura.	67
Figura 9: Casa Toyota.	70
Figura 10: Modelo de Planilha de Trabalho Padronizado.	73
Figura 11: Exemplo de Tabela de Combinação de trabalho padronizado.	74
Figura 12: Exemplo de Planilha de capacidade de Produção.....	75
Figura 13: Eventos Kaizen.	76
Figura 14: Exemplo de programação da produção Heijunka.	77
Figura 15: Etapas iniciais do mapeamento do fluxo de valor.....	78
Figura 16: Exemplo de Mapeamento de Fluxo de Valor.....	79
Figura 17: Exemplo de Kanban.....	82
Figura 18: Sistema andon em uma linha de montagem manual. Exemplo de aplicação do pensamento Jidoka.....	83
Figura 19: Ciclo de Deming, também conhecido como PDCA.	84
Figura 20: Modelo de método A3.	85
Figura 21: Hoshin como norteador no Sistema de Gerenciamento da Produção Enxuta.	87
Figura 22: Modelo Hoshin Kanri utilizando o método A3.....	89
Figura 23: Exemplo de Reunião de Responsabilização Diária de 2o nível.....	90
Figura 24: Produção enxuta.....	91

Figura 25: Exemplos de Produtos Produzidos pela empresa estudada.	107
Figura 26: Gráfico de desempenho de vendas de papelão ondulado da empresa estudada.	107
Figura 27: Organização Hierárquica da Empresa Estudada.	108
Figura 28: Fluxo de Produção - Papelão Ondulado.	109
Figura 29: principais práticas de gestão da empresa estudada.	110
Figura 30: Fases da Gestão da Ergonomia na empresa estudada.	112
Figura 31: Modelo da Gestão da Ergonomia na Empresa estudada....	113
Figura 32: Análises gráficas de atestados feito pela gestão da Ergonomia, ano a ano, de 2007 até 2012.	114
Figura 33: Análises gráficas de atestados feito pela gestão da Ergonomia, ano a ano, de 2007 até 2012.	115
Figura 34: Análises gráficas de atestados por fase de gestão da Ergonomia na empresa.	116
Figura 35: Análises gráficas de atestados por fase de gestão da Ergonomia na empresa.	117
Figura 36: Representação Gráfica da Operacionalização do Modelo.	121
Figura 37: Práticas de Gestão na Empresa Estudada - Revista de acordo com o Modelo Proposto.	123
Figura 38: Taxa de Absenteísmo Fábrica de Embalagem.	124
Figura 39: Taxa de Absenteísmo Fábrica de Embalagem.	125
Figura 40: Setor Grampeadeira.	127
Figura 41: Mapa de desconforto Corporal.	128
Figura 42: Postura de trabalho de maior queixa dos operadores de grampeadeira.	131
Figura 43: Pontuação final da avaliação com a Ferramenta RULA para o posto de Trabalho do Operador de Grampeadeira.	132
Figura 44: Postura avaliada da função de auxiliar de produção.	133
Figura 45: Aplicação dos dados da avaliação na equação NIOSH.	134
Figura 46: Exemplo de Mapeamento Ergonômico do Fluxo de Valor.	136
Figura 47: A3 de Ações para redução do risco da carga física de trabalho no setor grampeadeira.	138
Figura 48: Três fases de execução de uma Semana Kaizen.	139
Figura 49: Pré-Kaizen - Formulário de Planejamento de Kaizen.	140
Figura 50: Planilha de Gerenciamento Pós-Kaizen - Ergonomia	142

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Diferentes Conceituações de Ergonomia ao longo do tempo.....	40
Quadro 2: Subdivisão dos temas das ferramentas de avaliação em ergonomia.....	53
Quadro 3: Subdivisão das ferramentas de avaliação ergonômica por tipos de concepção de dados.	54
Quadro 4: Ferramentas de avaliação física em ergonomia.....	56
Quadro 5: Quadro de legenda das ferramentas de avaliação ergonômica.....	57
Quadro 6: Continuação - Legenda das ferramentas de avaliação Ergonômica.	58
Quadro 7: Conceitos comuns para Resolução de Problemas.	96
Quadro 8: Balanceamento da Produção.	97
Quadro 9: Feedback de Desempenho e Comunicação.	98
Quadro 10: Desenvolvimento do Aprendizado Técnico.	99
Quadro 11: Desenvolvimento de Múltiplas habilidades - Polivalência.	100
Quadro 12: Organização do Ambiente de Trabalho.....	101
Quadro 13: Antropometria, Movimentação e Alcances.	102
Quadro 14: Controle e Gerenciamento Visual.	103
Quadro 15: Dispositivos a Prova de Erro.....	104
Quadro 16: Premissas para o Modelo.....	120
Quadro 17: Resultados da avaliação de desconforto Corporal do Setor.	128
Quadro 18: Quadro de Organização das atividades da Semana Kaizen de Ergonomia.....	141
Quadro 19: Quadro de ícones de materiais.....	165
Quadro 20: Quadro de ícones de materiais.....	166
Quadro 21: Quadro de ícones de informação.....	167
Quadro 22: Quadro de ícones de informação.....	168
Quadro 23: Quadro dos ícones gerais.....	169

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HFS - *Human Factors Society*
IES - *International Ergonomics Society*
SELF - *Société d'Ergonomie de Langue Française*
MIT - *Massachusetts Institute of Technology*
IEA - *International Ergonomics Association*
LER – Lesão por Esforço Repetitivo
DORT – Distúrbio Osteomusculares Relacionados ao Trabalho
MPAS - Ministério da Previdência Social
AEPS - Anuário Estatístico da Previdência Social
DRT - doenças relacionadas ao trabalho
AET - Análise Ergonômica do Trabalho
NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health
DMQ – *The Dutch Musculoskeletal Questionnaire*
QEC – *Quick exposure checklist*
RULA – *Rapid upper limb assessment*
REBA – *Rapid entire body assessment*
SI - *Strain Index*
MFA – *Muscle fatigue assessment*
OCRA – *The occupational repetitive action*
BCM - *Boots Contract Manufacturing*
LECs - *Local Ergonomics Committees*
COERGO – Comitê de Ergonomia
PDCA - *Plan, Do, Check, Act*
TQM - *Total Quality Management*
JIT - *Just in Time*
SMED - *Single Minute Exchange Die*
ILO – *International Labour Organization*
TWI - *Training Within Industry*
PCP - Planejamento e Controle da Produção
LCQ - Laboratório de Controle de Qualidade
SESMT - Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho
PCMSO - Programa de Controle de Medicina e Saúde Ocupacional
PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
CIPA - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CID - Classificação Internacional de Doenças
RWL - *Recommended Weight Limit*
LI - *Lift Index*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 IMPORTÂNCIA DO TEMA E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	25
1.2 OBJETIVOS.....	28
1.2.1 Objetivo Geral	28
1.2.2 Objetivos Específicos.....	28
1.3 JUSTIFICATIVA	28
1.4 PRESSUPOSTOS DO ESTUDO	30
1.5 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	31
1.6 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA TESE.....	31
1.7 ESTRUTURA GERAL DA TESE.....	32
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	33
2.1 O DESENVOLVIMENTO DA GESTÃO INDUSTRIAL E DA ERGONOMIA	33
2.2 CONCEITO DE ERGONOMIA.....	38
2.3 ERGONOMIA FÍSICA	41
2.3.1 Possíveis consequências na saúde física do trabalhador e para a empresa	42
2.4 ERGONOMIA COGNITIVA.....	43
2.5 ERGONOMIA ORGANIZACIONAL	44
2.5.1 Situação de Trabalho	45
2.5.1.1 <i>Tarefa e Atividade</i>	47
2.5.1.2 <i>Organização do Trabalho pela ótica da ergonomia</i>	49
2.6 FERRAMENTAS E MÉTODOS DE ANÁLISE ERGONÔMICA. 52	
2.6.1 Conceitos de Ferramentas e métodos de Análise Ergonômica	52
2.6.2 Ferramentas ergonômicas de avaliação física.....	55
2.6.3 Análise Ergonômica do Trabalho - AET.....	58
2.7 PROGRAMAS DE GESTÃO DA ERGONOMIA NA EMPRESA	60
2.8 SÍNTESE DOS TÓPICOS RELACIONADOS À ERGONOMIA ..	65
2.9 PRODUÇÃO ENXUTA.....	65
2.9.1 História da produção enxuta	66
2.9.2 Ferramentas da produção enxuta	70
2.9.2.1 <i>5S</i>	71

2.9.2.2 Trabalho Padronizado	72
2.9.2.3 Kaizen	75
2.9.2.4 Heijunka	77
2.9.2.5 Mapeamento de Fluxo de Valor.....	78
2.9.2.6 Fluxo Contínuo	80
2.9.2.7 Troca Rápida de Ferramentas ou SMED (Single Minute Exchange Die).....	80
2.9.2.8 Kanban.....	81
2.9.2.9 Jidoka.....	82
2.9.2.10 O método PDCA – Plan/Do/Check/Act.....	83
2.9.2.11 O Método A3	84
2.9.2.12 Hoshin Kanri.....	86
2.9.2.13 Responsabilização diária.....	89
2.10 SÍNTESE DOS TÓPICOS RELACIONADOS À PRODUÇÃO ENXUTA	90
2.11 A ERGONOMIA E A PRODUÇÃO ENXUTA	91
2.11.1 Contexto da Produção Enxuta citando a Ergonomia	92
2.11.2 Contexto da Ergonomia avaliando as possíveis consequências da Produção Enxuta nos trabalhadores.....	94
2.11.3 Conceitos e objetivos semelhantes entre a Ergonomia e a Produção Enxuta.....	95
2.11.3.1 Organização do trabalho.....	95
2.11.3.2 Ambiente físico, layout e equipamentos	101
3 PROCEDIMENTOS DO ESTUDO DE CASO	105
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	105
3.2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA EMPRESA BASE PARA DESENVOLVIMENTO DO MODELO PROPOSTO.....	106
3.2.1 Gestão da ergonomia na empresa estudada.....	111
3.2.1.1 Acompanhamento do indicador de atestados por CID M.....	113
4 PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO DA ERGONOMIA NA EMPRESA COM PRODUÇÃO ENXUTA	119
4.1 PREMISSAS DO MODELO.....	119
4.2 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA OPERACIONALIZAÇÃO DO MODELO	121

4.3 EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO	123
4.3.1 Demanda	124
4.3.1.1 <i>Análise do Indicador Absenteísmo no nível estratégico.....</i>	124
4.3.1.2 <i>Análise do Indicador Absenteísmo no nível tático</i>	125
4.3.2 Diagnóstico.....	126
4.3.2.1 <i>Análise ergonômica do trabalho</i>	126
4.3.2.2 <i>Análise da demanda</i>	127
4.3.2.3 <i>Análise da Tarefa</i>	129
4.3.2.4 <i>Análise da Atividade.....</i>	129
4.3.2.5 <i>Diagnóstico</i>	130
4.3.3 Comunicação.....	135
4.3.4 Investigação	136
4.3.5 Execução.....	138
5 CONCLUSÕES	145
5.1 FUTUROS ESTUDOS	148
REFERÊNCIAS	149
APÊNDICE A – Mapeamento de Fluxo de Valor	165
APÊNDICE B – Termo de Consentimento da Empresa.....	171

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é realizada uma contextualização geral do tema abordando o desenvolvimento dos sistemas de produção, da ergonomia, da sua interação com esses e das problemáticas visualizadas pelo autor nessa interface. Além disso, são apresentados os objetivos, as justificativas, a delimitação do tema, os pressupostos do estudo, a estruturação da tese e a caracterização geral metodológica da pesquisa.

1.1 IMPORTÂNCIA DO TEMA E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Desde o início da organização da atividade de trabalho o homem se preocupa com a sua eficiência, seu conforto, com o aprimoramento de ferramentais, dos procedimentos, das técnicas e com os resultados financeiros. A ergonomia, como integrante e atuante nesse processo, é conceituada de acordo com a *International Ergonomics Association* – IEA¹ (Associação Internacional de Ergonomia) como a disciplina científica que estuda as interações entre os seres humanos e outros elementos do sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos, a projetos que visem otimizar o bem-estar humano e o desempenho global dos sistemas (IEA, 2000). Nos seus âmbitos de atuação, ergonomia física, ergonomia cognitiva e ergonomia organizacional, ela conta com conceitos e ferramentas para desenvolvimento, análise, diagnóstico e recomendação de melhorias nas situações de trabalho. Tem ações voltadas aos contextos: de produção industrial, de desenvolvimento de produtos, de interface homem-computador e de serviços (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

Quanto a sua atuação no contexto da produção industrial, a ergonomia desenvolveu-se paralelamente as evoluções na forma de gerir esse ambiente. Das necessidades demandadas pela Produção Artesanal,

¹ Associação Internacional de Ergonomia – IEA. Disponível em: <www.iea.org>. Acesso em: 4 nov. 2009.

pela Revolução Industrial², pela Produção em Massa³ até a Produção Enxuta⁴, foi avançando no entendimento do homem em atividade e nas características que o cercam.

Entretanto, o ergonomista nesse contexto de atuação, seja ela acadêmica ou profissional, se depara com dificuldades para por em prática aquilo que seu conhecimento direciona, que são, as melhorias das condições de trabalho. A cultura organizacional voltada ao desempenho eficiente e resultado operacional sem a visão estratégica da importância do ser humano no trabalho nesse cenário é uma delas. Ao expor para a organização suas análises e recomendações o ergonomista pode enfrentar barreiras relacionadas com diretrizes previamente estabelecidas e descompassadas de seus objetivos (DUL; NEUMANN, 2009).

Ainda que o esforço da gestão da ergonomia⁵ dentro da indústria seja conduzido por programas estruturados, com atuações participativas e multifuncionais, se estes não estiverem na visão estratégica da empresa e

² No século XVII, a Revolução Industrial foi produto de dois principais eventos: o surgimento das fábricas e a invenção das máquinas a vapor. A produção e aplicação de conhecimentos administrativos passaram a ser influenciados por uma nova personagem social: a empresa industrial. Algumas principais tendências administrativas criadas: substituição do artesanato pelo operário especializado; invenção das fábricas; crescimento das cidades; surgimento dos sindicatos (MAXIMIANO, 2011).

³ Frederick Winslow Taylor criou as bases da produção em massa. Foi o primeiro a sistematicamente aplicar os princípios científicos à manufatura. Taylor procurou identificar a “melhor forma” de fazer o trabalho baseado em princípios científicos. Tinha como premissa básica de que a mão de obra não possuía a instrução necessária para planejar o trabalho. Inovações inseridas: trabalho padronizado, tempo de ciclo reduzido, estudo de tempo e movimento e medição e análise para melhorar o processo continuamente. Henry Ford também foi outro que contribuiu para a produção em massa. Suas colaborações no desenvolvimento de peças com possibilidade de intercambiabilidade e facilidade, associada à linha de montagem foram marcos importantes para o desenvolvimento desse método de trabalho (DENNIS, 2008).

⁴ O Sistema Toyota de Produção, ou Produção Enxuta, representa fazer mais com menos – menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos maquinaria, menos material – e, ao mesmo tempo, dar aos clientes o que eles querem (DENNIS, 2008).

⁵ A gestão da ergonomia no ambiente industrial pode ser caracterizada pela forma estrutural com a qual ela se organiza hierarquicamente, pelas as práticas que tem em sua rotina e pelo tipo de relacionamento que tem com as outras interfaces desse organismo (DANIELLOU; BÉGUIN, 2007).

no seu radar de gestão, tendem a perder foco e recursos ao longo do tempo (JOSEPH, 2003; SOARES *et al.*, 2007; DUL; NEUMANN, 2009).

Outra característica da gestão da ergonomia é que seu alcance parece atingir apenas algumas camadas dentro da organização. O que pode se perceber em estudos acadêmicos e na cena profissional são ações centradas na concepção ou transformação dos postos de trabalho e ações reacionistas voltadas na adaptação do homem as suas condições de trabalho, tais como as de cunho fisiológico, pausas e cinesioterapia laboral, (BURGESS-LIMERICK *et al.*, 2007; NEUMANN, EKMAN; WINKEL, 2009).

Ainda que a ergonomia tenha considerado e desenvolvido estudos de cunho sistêmico⁶ nos ambientes laborais, é possível destacar que ainda há uma barreira a ser enfrentada para que ela se torne parte estratégica de uma organização. Essa barreira pode ser caracterizada pelo fato da ergonomia comumente estar posicionada de forma distante do pensamento estratégico, e que ao fazer suas reivindicações encontra concorrência com outros elementos e de recursos que até aquele momento sempre foram mais relevantes para a organização (KLEINER, 1998; CARAYON; SMITH, 2000; CLEGG, 2000; CLEGG; WALL, 2001; ACOSTA; MORALES, 2008; HARO; KLEINER, 2008).

Sintetizando o exposto nessa introdução, é possível inferir que a ergonomia se desenvolveu paralelamente a organização do trabalho, conquistou espaço na atuação dentro de ambientes industriais, porém, parece enfrentar problemas para se tornar um tema relevante e permanente no nível estratégico. Seu foco reacionista, sua atuação centrada no ser humano e no ambiente que o cerca, sem a integração com a cultura organizacional, com os modelos mentais dos líderes que a comandam e com os sistemas produtivos pelos quais obtém seus resultados, podem ser barreiras para esse objetivo.

Dessa forma, o que esse estudo apresenta como problemática para essa situação é o seguinte questionamento:

⁶ A Escola Sistêmica surgiu em 1951 e provocou modificações no estudo da administração das organizações, principalmente pela sua elevada abrangência no tratamento dos assuntos administrativos. Pode ser conceituada como o estudo das organizações, considerando uma junção interativa entre várias partes que devem ter cada uma, a função específica e necessária para o desenvolvimento das organizações. Apresentou as organizações como “sistemas vivos e abertos”, em contato interativo com as variáveis e fatores externos que estão no ambiente organizacional (OLIVEIRA, 2010).

- Como a gestão da ergonomia pode se integrar a rotina e a estrutura de uma organização industrial, e dessa forma se tornar estratégica?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um modelo de gestão da ergonomia integrado as práticas da produção enxuta em uma empresa de Embalagem de Papelão Ondulado.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Levantar modelos de programas de Ergonomia na indústria;
- Apresentar conceitos e objetivos comuns entre a Ergonomia e a Produção Enxuta;
- Apresentar a estrutura organizacional da empresa e a gestão da ergonomia antes do desenvolvimento do modelo proposto;
- Desenvolver as premissas e o desenho gráfico do modelo proposto;
- Aplicar o modelo proposto em uma situação piloto.

1.3 JUSTIFICATIVA

A ergonomia como disciplina científica preocupada com o homem em atividade de trabalho busca em seu desenvolvimento acadêmico e profissional compreendê-lo e em caso de oportunidades, busca meios para transformá-lo (DANIELLOU, 2004). Para isso, precisa inserir-se no contexto de estudo, e o faz através das abordagens conhecidas por seus especialistas. Ao exercer essa ação em empresas com processos industriais, o ergonomista geralmente se depara com uma organização com sua cultura estruturada, modelos de gestão já implantados e vivenciados e, portanto, deve procurar entender todo esse entorno para embasar seu trabalho. Quando sua atuação não abrange e não respeita esse entendimento, e a partir disso não se integra a essas premissas, é provável que suas propostas de melhorias das condições de trabalho tenham dificuldades para serem executadas (ROCHA, 2002; DUL; NEUMANN, 2009).

Outra interpretação relevante sobre a ação eficaz da ergonomia em uma empresa diz respeito à atenção e entendimento que a estratégia da empresa faz sobre seu papel. Quando essa é vista como um atenuante às

reclamatórias trabalhistas e cumpridora de normas e leis, possivelmente a atenção de recursos dispendida será restrita a esse atendimento (DRURY, 2001; DUL; NEUMANN, 2009).

Por outro lado, se a ergonomia se tornar aliada da estratégia da empresa, se integrando aos seus objetivos, resultados positivos nos âmbitos humanos, na eficiência operacional e financeira poderão aparecer (IMBEAU, 2001; HÄGG, 2003). Os resultados relacionados aos âmbitos humanos podem ser: redução de acidentes de trabalho, redução do absenteísmo e redução da rotatividade⁷. Os relacionados à eficiência operacional podem ser: eficiência global dos equipamentos, melhora no lead time⁸, entre em dia e redução na reclamação de clientes (JOSEPH, 2003; BUTLER, 2003; HÄGG, 2003). E esses fatores podem ser facilitadores de convencimento para entrada da ergonomia no radar da estratégia.

Outro ponto importante, e que pode ser obstáculo na sustentação da gestão da ergonomia na empresa, é que essa pode se defrontar com outras práticas ali já instaladas, tais como: gestão da inovação, gestão do conhecimento, gestão de projetos, gestão de mercado, gestão de desdobramento estratégico, gestão de certificações, modelos de gestão de pessoas, gestão da saúde e segurança do trabalho. Essas práticas, cada qual com seus objetivos, podem gerar para todos os níveis hierárquicos de uma organização uma demanda de recursos, de pessoas, de tempo e de dinheiro, o que ao longo de sua trajetória pode dificultar a sustentação daquelas que não são estratégicas e não fazem parte de sua cultura (DARSES; FALZON; MUNDUTEGUY, 2007; ASSEN, BERG; PIETERSMA, 2010).

No caso da gestão da ergonomia, quando essa não é prioridade para a estratégia da empresa, acredita-se que sua visibilidade e linguagem de comunicação se tornam restritas para interpretação apenas dos especialistas que acompanham seu desenvolvimento. Quando essa gestão desenvolve um modelo próprio, com práticas inovadoras e que exigem novos aprendizados para a organização, provavelmente terá dificuldades

⁷ Rotatividade de recursos humanos é usada para definir a flutuação de pessoal entre uma organização e seu ambiente, que por sua vez é definido pelo volume de pessoas que entram e saem da organização. Esta, geralmente, é expressa por uma relação percentual entre as admissões e os desligamentos com relação ao número de participantes da organização, no decorrer de certo período de tempo (CHIAVENATO, 2003).

⁸ Tempo entre o momento em que o cliente fez o pedido e o momento em que ele o recebe (DENNIS, 2008).

de sobreviver no olhar das atenções. Isso, pois, exigirá de seus trabalhadores e da alta administração recursos pouco disponíveis na rotina de trabalho, tempo e dinheiro. Por outro lado, se a gestão da ergonomia, preservada de suas particularidades, integrar-se a práticas ou modelos já conhecidos, aceitos e praticados pela organização, acredita-se que a possibilidade de sobrevivência e de atingimento de seus objetivos seja superior.

Ao buscar na literatura formas de atuação da gestão da ergonomia dentro da indústria encontram-se abordagens construídas através de programas, comitês e intervenções pontuais, (JOSEPH, 2003; BUTLER, 2003; HÄGG, 2003; MOREAU, 2003; MUNK-ULFSFÄLT *et al.*, 2003). Essas abordagens apresentam ações caracterizadas por práticas pautadas em avaliações ergonômicas, melhorias em postos de trabalho e direcionadas a saúde do trabalhador. Encontraram-se estudos que destacam a importância da ergonomia chegar até a estratégia e ser vista como fundamental para sua performance, porém, não se apresentaram como fazer isso, (KERR *et al.*, 2008; DUL; NEUMANN, 2009).

Como pesquisador e profissional atuante na empresa objeto desse estudo, primeiramente na área de ergonomia, como consultor, depois como funcionário, gerenciando a área de melhoria contínua, responsável pela implantação da Produção Enxuta e no momento como gerente industrial, vivenciam-se situações como as descritas pela literatura, e por consequência da falta de prioridade estratégica para a gestão da ergonomia, ações de melhoria das condições de trabalho e que também contribuem para a eficiência operacional ficam prejudicadas.

Pautado nas justificativas da importância da ergonomia estar mais presente na visão estratégia de uma organização e no fato de que se for inserida nesse contexto como um elemento desalinhado a sua cultura, é que esse estudo apresenta sua proposta.

1.4 PRESSUPOSTOS DO ESTUDO

Esse estudo tem como pressuposto o entendimento de que para a gestão da ergonomia no ambiente industrial se tornar parte da estratégia de uma organização, ela deve estar integrada às suas práticas de gestão. No caso da indústria de Embalagem de Papelão Ondulado, objeto desse estudo, seu modelo de gestão é baseado na Produção Enxuta.

No relato de desenvolvimento da Produção Enxuta na Toyota fatores relacionados com a ergonomia aparecem como temas em passagens encontradas na literatura. Shimokawa e Fujimoto (2011, p. 182-184) apontam:

As operações perigosas, repetitivas, monótonas, danosas à saúde e que requerem trabalho braçal foram mecanizadas e automatizadas. Não é a esteira que opera os seres humanos, mas seres humanos que operam a esteira, o que é o primeiro passo para o respeito pela independência do ser humano.

Dennis, (2008) e Onho, (2009), ao conceituarem o desperdício de movimentação como um daqueles a serem reduzidos pela Produção Enxuta, indicam que projetos de postos de trabalho, layouts incorretos, podem exigir demasiadamente do trabalhador, afetando sua segurança, saúde, além de influenciar negativamente na produtividade e qualidade.

Dessa forma, acredita-se ser possível a integração da gestão da ergonomia com suas práticas.

1.5 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

A presente tese propõe um Modelo de Gestão da Ergonomia integrado as práticas da Produção Enxuta para uma Empresa de Papelão Ondulado, localizada na cidade de Vargem Bonita, meio-oeste do estado de Santa Catarina, Região Sul do Brasil.

O estudo e construção do modelo foram conduzidos entre 2009 e 2012.

Os fatores que condicionaram a opção por essa empresa foram: empresa com a qual o pesquisador tem vínculo empregatício, o tema da ergonomia já é conhecido pela organização e houve consentimento de sua alta administração para acesso as informações necessárias.

A construção baseia-se em pesquisas bibliográficas sobre o tema, em estudo de caso e no desenvolvimento de um modelo científico.

Não foram considerados, ou, avaliados, os fatores de tempo de implantação ou maturidade das práticas com a Ergonomia e a Produção Enxuta.

1.6 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA TESE

Este estudo caracteriza-se, segundo Marconi e Lakatos (2009), como uma pesquisa exploratória, pois de acordo com os autores, busca a análise de conteúdo para extrair generalizações com o propósito de produzir categorias conceituais que possam vir a ser operacionalizadas em um estudo subsequente.

Os procedimentos metodológicos foram:

- Pesquisa bibliográfica em: periódicos, livros, dissertações, teses, instituições e meios eletrônicos. Os principais termos pesquisados foram: ergonomia, *ergonomics*, *ergonomie*, gestão da ergonomia, gestão ergonômica, programas de ergonomia, história da ergonomia, *human factors*, sistemas de produção, produção artesanal, produção em massa, taylorismo, fordismo, produção enxuta, *lean manufacturing*, *lean production*, Sistema Toyota de Produção e toyotismo;

- desenvolvimento de um estudo de caso, a ser apresentado no capítulo 4 da tese. Para a formulação do estudo de caso foram utilizadas técnicas estatísticas para entendimento dos dados;

- e a proposta de um modelo científico, qualitativo e diagrama.

1.7 ESTRUTURA GERAL DA TESE

Esse trabalho foi estruturado em 5 capítulos.

O primeiro deles, finalizado nesse tópico, apresentou a contextualização geral da tese, seus objetivos, justificativas, pressupostos, delimitações e metodologia geral.

No capítulo 2 dedica-se a fundamentação teórica, contemplando os conhecimentos julgados relevantes para o apoio na construção do estudo. Os principais foram: ergonomia; produção enxuta e a relação entre ergonomia e a produção enxuta.

O capítulo 3 apresenta a fundamentação metodológica, as etapas e os procedimentos para o desenvolvimento do estudo de caso.

No capítulo 4 apresenta-se o modelo proposto por esse trabalho, com suas etapas, premissas, operacionalização e uma aplicação piloto de seu uso.

O capítulo 5 mostra as conclusões da tese e aponta sugestões de estudos futuros.

Por fim, no capítulo 6 são apresentadas as referências e em seguida os apêndices utilizados como base para esse trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo são apresentados os fundamentos teóricos relevantes para suportar o autor na construção de suas proposições e orientar o leitor sobre quais linhas de raciocínio buscou-se seguir.

Com relação à Ergonomia, apresenta seus conceitos, sua história, seus âmbitos de atuação, as possíveis consequências à saúde dos trabalhadores, seu ponto de vista sobre as situações de trabalho, sobre a tarefa e atividade, sobre a organização do trabalho, ferramentas e métodos de análise ergonômica e programas de ergonomia nas empresas e por fim uma síntese do tópico.

Os temas abordados com Relação à Produção enxuta foram: conceitos, história da produção enxuta, ferramentas da produção enxuta e finaliza com uma síntese.

Finalizando o capítulo apresentam-se conceitos e objetivos comuns e abordados tanto pela a ergonomia quanto pela produção enxuta, concentrando-os em temas macros. Ao final desse tópico é feita uma síntese geral de toda a fundamentação teórica.

2.1 O DESENVOLVIMENTO DA GESTÃO INDUSTRIAL E DA ERGONOMIA

Desde o início da organização da atividade de trabalho o homem se preocupa com a sua eficiência, seu conforto, com o aprimoramento de ferramentais, dos procedimentos, das técnicas e com os resultados financeiros. No período prévio a revolução industrial⁹, quando ainda predominava-se a produção artesanal, se por um lado ela provia benefícios importantes até aquele momento, tais como, trabalhadores qualificados, ferramentas simples, flexibilidade para produzir, por outro, as suas características de alto custo e dificuldades de atendimento a demanda que se surgia, acabaram obstruindo o crescimento de resultados financeiros expressivos (WOMACK; JONES; ROOS, 2004; MAXIMIANO, 2011; OLIVEIRA, 2012). Nesse período a ergonomia

⁹ No século XVII, a Revolução Industrial foi produto de dois principais eventos: o surgimento das fábricas e a invenção das máquinas a vapor. A produção e aplicação de conhecimentos administrativos passaram a ser influenciados por uma nova personagem social: a empresa industrial. Algumas principais tendências administrativas criadas: substituição do artesão pelo operário especializado; invenção das fábricas; crescimento das cidades; surgimento dos sindicatos (MAXIMIANO, 2011).

ainda não havia se manifestado formalmente, porém Bernadino Ramazzini¹⁰ (1633 – 1714) em seu estudo *De Morbis Artificum Diatriba* (Doenças do Trabalho) relatou potenciais riscos à saúde de trabalhadores de 52 diferentes ocupações, expostas a produtos químicos, movimentos repetitivos, poeiras, posturas desconfortáveis, sendo considerado como o pai da medicina ocupacional, e tal tema mais tarde veio a ser uma das preocupações da ergonomia.

Na transformação de cenário provocado pela Revolução Industrial, novos métodos de organizar a produção foram desenvolvidos. Cientistas como Adam Smith e Frederick Winslow Taylor teorizaram sobre esse contexto do trabalho. Adam Smith desenvolveu teorias sobre a divisão técnica do trabalho e o aparecimento da sociedade capitalista. Para ele o melhor meio para o indivíduo contribuir para o interesse geral é perseguir seu próprio interesse. Smith ainda se mostrou um incentivador da racionalização do trabalho e especialização das etapas de produção. Avançando em seus estudos, Taylor desenvolveu a Administração Científica, que visava à divisão do trabalho, a especialização do operário, a análise do trabalho o estudo dos tempos e movimentos entre outros pontos (WOMACK; JONES; ROOS, 2004; MARTINS; LAUGENI, 2005; MAXIMIANO, 2011; OLIVEIRA, 2012). Paralelamente a esse período, em 1857, a Ergonomia (composta pelas palavras gregas *ergon* – trabalho – e *nomos* – leis e regras), tem sua primeira manifestação formal como termo feita por Wojciech Jastrzebowski, em um trabalho intitulado - Ensaios de ergonomia, ou ciência do trabalho, baseada nas leis objetivas da ciência sobre a natureza (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

Outro importante nome na história do desenvolvimento e melhoria da organização do trabalho foi Henry Ford. Adepto as teorias de Taylor, Henry Ford desenvolveu as linhas de montagem e estimulou a produção em massa¹¹. Com o seu carro Modelo T, tornou um produto até então

¹⁰ (LAVILLE, 1977).

¹¹ Frederick Wislow Taylor criou as bases da produção em massa. Foi o primeiro a sistematicamente aplicar os princípios científicos à manufatura. Taylor procurou identificar a “melhor forma” de fazer o trabalho baseado em princípios científicos. Tinha como premissa básica de que a mão de obra não possuía a instrução necessária para planejar o trabalho. Inovações inseridas: trabalho padronizado, tempo de ciclo reduzido, estudo de tempo e movimento e medição e análise para melhorar o processo continuamente. Henry Ford também foi outro que contribuiu para a produção em massa. Suas colaborações no desenvolvimento de peças com possibilidade de intercambiabilidade e facilidade, associada à linha de montagem foram marcos importantes para o desenvolvimento desse método de trabalho (DENNIS, 2008).

acessível a pessoas com alto poder aquisitivo em um artigo economicamente viável para a maioria da população americana (WOMACK; JONES; ROOS, 2004; DENNIS, 2008). Foi inovador na ideia de distribuição dos lucros de sua empresa com seus empregados, ocasião em que proferiu a frase: “Gostaria de remunerar bem meus funcionários para que possam comprar meus carros” (MAXIMIANO, 2011, p. 46).

A ergonomia no século XX se desenvolve junto ao contexto socioeconômico com dois principais motivos propulsores, a necessidade de aumentar a produção e o período pós 2ª Guerra Mundial, com escassez de mão de obra e de matéria prima. Sua formalização enquanto disciplina aconteceu a partir de 1949, com a criação da *Ergonomics Research Society*, na Inglaterra. Em seguida, 1959, foram criadas a *Human Factors Society* (HFS) e a *International Ergonomics Society* (IES) nos Estados Unidos e, em 1963, a *Société d'Ergonomie de Langue Française* (SELF), na França. As demandas formuladas aos ergonomistas nesse período eram referentes à: insalubridade, condições de trabalho, dimensionamento dos homens e equipamentos, adaptação de ferramentas e instrumentos de trabalho e organização do trabalho (variabilidade dos homens, equipamentos e matéria-prima) (LAVILLE, 1977; KROEMER; GRANDJEAN, 2005; ABRAHÃO *et al.*, 2009).

Inspirados pelas melhorias e modelos de produção desenvolvidos por Taylor e Ford, a família japonesa Toyoda, que até meados de 1930 haviam atingido notoriedade pela tecnologia no desenvolvimento de teares, após uma visita aos Estados Unidos, decidem iniciar a produção de carros em seu país. Porém, o contexto de mercado, as características culturais e a escassez de recursos exigiram criatividade e adaptações do Fordismo (WOMACK; JONES; ROOS, 2004; SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011). É nessa condição que a partir do período pós 2ª Guerra Mundial, que a empresa *Toyota Motors* apoiada ao seu Sistema Toyota de Produção¹² adquire notoriedade (WOMACK; JONES; ROOS, 2004; DENNIS, 2008; KOENIGSAECKER, 2011). Esse sistema suportou seus ganhos, a empresa ganhou visibilidade e entre o fim da década de 80 e o início da de 90 chama atenção de um grupo de cientistas do *Massachusetts Institute of Technology* – MIT que realizam uma análise dos desempenhos das montadoras automobilísticas do mundo. Esses

¹² O Sistema Toyota de Produção, ou Produção Enxuta, representa fazer mais com menos – menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos maquinaria, menos material – e, ao mesmo tempo, dar aos clientes o que eles querem (DENNIS, 2008).

cientistas comparam os resultados regionalizados contendo as principais montadoras do mundo, separadas em: Japonesas no Japão, Japonesas na América do Norte, Norte Americanas na América do Norte e Toda Europa. Como fruto, evidenciam desempenho diferenciadamente positivo produzido por companhias japonesas, tanto aquelas instaladas no Japão, quanto a Instalada na América do Norte, das quais se destaca a *Toyota Motors*, como pode se observar na tabela 1, (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

Tabela 1: Síntese das Características das Montadoras, Grandes Produtores, 1989 (Médias das Fábricas de Cada Região).

	Japonesas no Japão	Japonesas na A. Norte	Norte Americanas na A. Norte	Toda Europa
<i>Desempenho:</i>				
Produtividade (horas/veíc.)	16,8	21,2	25,1	36,2
Qualidade (defeitos de montagem/100 v.)	60,0	65,0	82,3	97,0
<i>Layout:</i>				
Espaço (m²/v./ano)	0,53	0,85	0,72	0,72
Área de reparos (% do espado de montagem)	4,1	4,9	12,9	14,4
Estoques (dias para amostragem de 8 peças)	0,2	1,6	2,9	2,0
<i>Força de Trabalho:</i>				
% da F. T. em equipes	69,3	71,3	17,3	0,6
Rotação das tarefas (0= nenhuma, 4= freq.)	3,0	2,7	0,9	1,9
Sugestões por empregado	61,6	1,4	0,4	0,4
Nº de classificações no trabalho	11,9	8,7	67,1	14,6
Treinamento de novos trabalhadores (horas)	380,3	370,0	46,4	173,3
Absenteísmo	5,0	4,8	11,7	12,1
<i>Automação:</i>				
Soldagem (% de passos diretos)	86,2	85,0	76,2	76,6
Pintura (% de passos diretos)	54,6	40,7	33,6	38,2
Montagem (% de passos diretos)	1,7	1,1	1,2	3,1

Fonte: Womack, Jones e Roos (2004, p. 79).

Frente aos indicadores expostos, é possível verificar que em relação ao desempenho de produtividade e qualidade as montadoras Japonesas, tinham, no período avaliado, números melhores que as Norte-Americanas e Europeias. Destacam-se também os números melhores em relação à rotação das tarefas, de sugestões por empregados, de treinamento e de absenteísmo¹³.

Os pesquisadores do MIT argumentam que o motivo de tal desempenho positivo em relação aos outros concorrentes regionais está no modelo de gestão, o Sistema Toyota de Produção (WOMACK; JONES; ROOS, 2004, p. 79). Um pouco depois disso, em um novo estudo que resulta no livro - *A Mentalidade Enxuta nas Empresas* -, surge o termo *Lean Manufacturing* (Produção Enxuta¹⁴), adotado pelos autores como forma de tornar a denominação de Sistema Toyota de Produção genérica e abrangente (WOMACK; JONES, 2004).

No desenvolvimento da Produção Enxuta na Toyota a ergonomia aparece como tema em passagens encontradas na literatura. Shimokawa e Fujimoto (2011, p. 182-184) relatam:

As operações perigosas, repetitivas, monótonas, danosas à saúde e que requerem trabalho braçal foram mecanizadas e automatizadas. Não é a esteira que opera os seres humanos, mas seres humanos que operam a esteira, o que é o primeiro passo para o respeito pela independência do ser humano.

Dennis, (2008) e Onho, (2009), ao conceituarem o desperdício de movimentação como um daqueles a serem reduzidos pela Produção

¹³ A palavra absenteísmo tem sua origem no francês (*absentéisme*) e significa falta de assiduidade ao trabalho ou a outras obrigações sociais”. O termo tem sua origem na palavra “absentismo”, aplicado no século XVIII para designar os proprietários rurais que abandonavam o campo para viver na cidade. A partir da Revolução Industrial, passou a ser atribuído aos trabalhadores faltosos. É definido como a ausência no trabalho e pode ser classificado quanto ao tipo de ausência como absenteísmo legal programado ou previsto: férias, licença-prêmio, abonadas e folgas remuneradas e como absenteísmo legal não programado ou não previsto: licença médica, licença gestante, paternidade e absenteísmo por doença com inúmeras causas como as condicionadas pelo trabalho estressante, condições inadequadas e inseguras (CHIAVENATO, 2004; GEHRING JUNIOR, *et al.*, 2007).

¹⁴ Esse termo será utilizado pelo autor para referenciar o Sistema Toyota de Produção ou *Lean Manufacturing*.

Enxuta, apontam que projetos de postos de trabalho, layouts incorretos, podem exigir demasiadamente do trabalhador, afetando sua segurança, saúde, além de influenciar negativamente na produtividade e qualidade.

Após a formalização da ergonomia, Laville (1977), argumenta que na trajetória de desenvolvimento para a segunda metade do século XX, ela teria tendência de ampliar suas bases científicas: de um lado em direção à Biometria, à Bioquímica e à Biomecânica; de outro, em direção à Psicologia Social e à Sociologia. O autor continua seu texto conceituando a ergonomia como:

Uma tecnologia, isto é, um corpo de conhecimentos sobre o homem, aplicáveis aos problemas levantados junto ao conjunto homem-trabalho, ela tem, contudo, métodos específicos de estudo e pesquisa sobre a realidade do homem no trabalho que definem um tpo de pensamento que lhe é próprio, colocando questões às diversas ciências sobre as quais se apoia (principalmente a Fisiologia e a Psicologia) e suscitando pesquisas no terreno do homem em atividade (LAVILLE, 1977, p. 4).

Tal desenvolvimento vem acontecendo e continuando a dissertar sobre a ergonomia, a seguir são apresentados outros conceitos descritos sobre ela.

2.2 CONCEITO DE ERGONOMIA

A ergonomia pode ser entendida como uma disciplina que tem como objetivo transformar o trabalho, em suas diferentes dimensões, adaptando-o às características e aos limites do ser humano, (ABRAHÃO *et al.* 2009). Trata-se de uma disciplina orientada para uma abordagem sistêmica dos aspectos da atividade humana (FALZON, 2007).

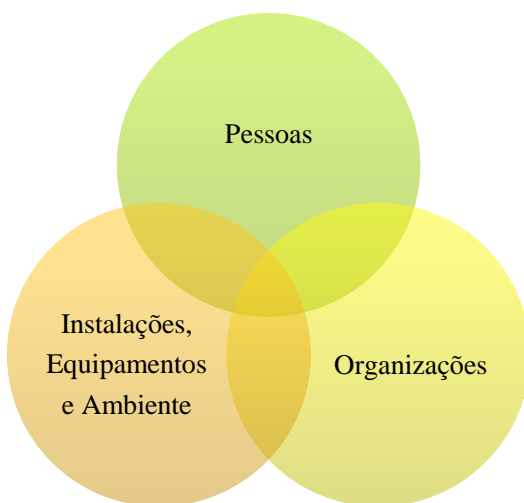
A Associação Internacional de Ergonomia (*International Ergonomics Association*) (IEA¹⁵) (2000) conceitua a Ergonomia e suas especializações. Para a Associação, a Ergonomia é a disciplina científica que estuda as interações entre os seres humanos e outros elementos do sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos, a

¹⁵ Associação Internacional de Ergonomia – IEA. Disponível em: <www.iea.org>. Acesso em: 4 nov. 2009.

projetos que visem otimizar o bem-estar humano e o desempenho global dos sistemas.

Nesse contexto, Attwood, Deeb e Danz-Reece (2004) indicam que o processo da ergonomia ao se deparar com uma situação para avaliar não pode desconsiderar nenhum dos elementos que a compõe. Citam três: pessoas; organizações; e instalações, equipamentos e ambientes, representados graficamente na figura 1.

Figura 1: Elementos que compõe uma situação passível de avaliação ergonômica.



Fonte: Attwood, Deeb e Danz-Reece (2004, p. 2).

As pessoas com suas características físicas, cognitivas e sociais, as organizações com seus procedimentos e rotinas e as instalações, equipamentos e ambientes, fazem parte do escopo das avaliações ergonômicas (ATTWOOD; DEEB; DANZ-REECE, 2004).

No projeto de trabalho e nas situações cotidianas, Dul e Weerdmeester (1998) indicam que a Ergonomia focaliza o homem. Abrahão *et al.* (2009) consideram como objetivos da Ergonomia: 1) bem estar; 2) a segurança; e 3) a produtividade e qualidade dos trabalhadores nas situações de trabalho. De acordo com os autores esses conceitos e objetivos resultam das transformações que aconteceram ao longo da história da ergonomia. No quadro 1 a seguir são apresentados outros conceitos formados para definição da ergonomia ao longo do tempo.

Quadro 1: Diferentes Conceituações de Ergonomia ao longo do tempo.

Autor e Ano	Conceito de Ergonomia
Laville (1977)	Conjunto de conhecimentos científicos interdisciplinares relativos ao homem e necessários à concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficiência.
Meister (1989)	Estudo de como os seres humanos realiza as tarefas relacionadas ao trabalho no contexto da operação do sistema homem-máquina e como as variáveis comportamentais afetam a realização do trabalho.
Montmollin (1990)	Considera a ergonomia sob duas correntes principais, que se complementam. A primeira corrente, a mais antiga e mais americana, considera a ergonomia como a utilização das ciências para melhorar as condições do trabalho humano. A segunda corrente, mais recente e mais europeia, considera a ergonomia como o estudo específico do trabalho humano com a finalidade de melhorá-lo.
Sanders e McCormick (1993)	Aplica-se as informações sobre o comportamento humano, capacidades, limitações e características para a concepção de ferramentas, máquinas, tarefas, trabalhos e ambientes para a produção, utilização segura, confortável e eficaz.
Murrel (1997)	Estudo científico da relação entre o homem e seu ambiente de trabalho. Neste sentido, o termo meio ambiente abrange não só o ambiente de trabalho, mas também suas ferramentas e materiais, seus métodos de trabalho e organização do trabalho, seja individual ou em grupo. Todos estes estão relacionados com a natureza do próprio homem; de suas habilidades, capacidades e limitações.
Dul e Weerdmeester (1998)	Se aplica ao projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, com o objetivo de melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho.
Grandjean (1998)	Conceituada como a ciência da configuração de trabalho adaptada ao homem e seu objetivo é o desenvolvimento de bases científicas para a adequação das condições de trabalho às capacidades e à realidade das pessoas que realizam o trabalho.
Moraes e Mont'Alvão (1998)	Tecnologia projetual das comunicações entre homens e máquinas, trabalho e ambiente.

Fonte: Adaptado de Teixeira (2011, p. 80).

No tópico a seguir são apresentadas informações acerca da história de desenvolvimento da Ergonomia.

2.3 ERGONOMIA FÍSICA

A *International Ergonomics Association* (IEA) (2000) define a ergonomia física como aquela que:

Está relacionada com as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação com a atividade física. Os tópicos relevantes incluem o estudo da postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de posto de trabalho, segurança e saúde (IEA, 2000).

Essas características anatômicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas dos trabalhadores são confrontadas com as exigências físicas do posto de trabalho que podem ter as seguintes propriedades: de manuseio de materiais, de movimentos repetitivos, exposição a posturas desconfortáveis, de realização de força, de compressão mecânica, de trabalho estático e dinâmico (ATTWOOD; DEEB; DANZ-REECE, 2004; IIDA, 2005).

As condições antropométricas dizem respeito às medidas do indivíduo. Por sua vez, essas são influenciadas por fatores como: sexo, idade e etnias. Tem como resultado as variáveis de altura, comprimento de membros, alcances e proporções corporais. Sua investigação é importante no sentido de adequar projetos de postos de trabalhos e produtos as características físicas de seus usuários (GRADJEAN, 1998; ATTWOOD; DEEB; DANZ-REECE, 2004; IIDA, 2005).

No que tange as propriedades fisiológicas do trabalhador, as variáveis investigadas são: consumo energético, esforço, fadiga, frequência cardíaca e ciclo circadiano. O acompanhamento dessas se mostra necessário ao se avaliar condições da organização do trabalho, como: ritmo, pausas, descansos e trabalhos em turno. Além da exposição dos trabalhadores a fatores ambientais de: temperatura, umidade, qualidade e velocidade do ar, iluminamento e ruído (IIDA, 2005; GUYTON, 2006).

A biomecânica, conceituada por Hall (2005, p. 1) como o “estudo dos sistemas biológicos de uma perspectiva mecânica”, é apurada na

ergonomia física através das variáveis: natureza do trabalho (estático e dinâmico), posturas do corpo (em pé e sentada), aplicação de forças (manuseio de materiais e acionamentos mecânicos). A indagação desses elementos em um estudo ergonômico mostra-se relevante para o equilíbrio entre a saúde do trabalhador e a demanda de um sistema produtivo (RANNEY, 2000; LÉON, 2001; IIDA, 2005).

Com intuito de colaborar para o entendimento e sustentar as informações que serão demonstradas no modelo proposto pelo autor, no tópico seguinte são abordadas as possíveis consequências na saúde física do trabalhador que também podem afetar a organização.

2.3.1 Possíveis consequências na saúde física do trabalhador e para a empresa

O confronto de capacidades humanas e exigências físicas dos postos de trabalho podem trazer consequências ao trabalhador e a empresa empregadora. O aparecimento de sintomas de desconforto corporal, processos inflamatórios e consequências biomecânicas, são as relacionadas à saúde do trabalhador. Para a empresa com trabalhador adoecido, essas são percebidas através de atestados, afastamentos e o absenteísmo, podendo ter como prejuízo final perdas nos processos produtivos (MATEUS JUNIOR, 2009).

A nomenclatura adotada no Brasil para essas consequências a saúde do trabalhador é a de LER/DORT. Correspondem a um conjunto de afecções que acometem o sistema musculoesquelético e causam transtornos funcionais e mecânicos, sinalizados no surgimento de dor, formigamento, dormência, perda de força e fadiga muscular, que compromete a capacidade laboral de forma temporária ou permanente e pode evoluir com um quadro de dor crônica agravada por fatores psíquicos (SANTOS; LIMA, 2012).

De acordo com dados do Ministério da Previdência Social (MPAS) – Anuário Estatístico da Previdência Social (AEPS) (2009), foram registrados 17.693 (3%) casos de doenças relacionadas ao trabalho (DRT) de um total de 723.452 acidentes de trabalho registrados, número que apesar de considerado crítico não contempla os trabalhadores os contribuintes individuais (trabalhadores autônomos e empregados domésticos, entre outros), os militares e os servidores públicos estatutários.

Informações do AEPS (2009) ainda revelam a concessão de 329.914 benefícios acidentários por doenças relacionadas ao trabalho (304.117 na região urbana e 25.797 na rural) e apontam os afastamentos

por DORT como a segunda maior causa de concessão destes benefícios (98.415 casos – 30% do total de DRT registradas), um impacto previdenciário no valor de R\$ 263.085, equivalente a 32% do custo total de auxílios-doença acidentários concedidos.

A trajetória possível que conduz a esse cenário, ao remetê-lo para o contexto da indústria, é:

1 - A indústria não tem um projeto de sistema de trabalho que atenda totalmente as adequações as necessidades dos trabalhadores. Ambientes, postos de trabalho e modo de organização descompassado as características do indivíduo;

2 - O trabalhador por consequência dessas condições pode adoecer. Busca ajuda médica, se ausenta do trabalho por conta dos atestados, e dependendo da gravidade pode se afastar e ser caracterizado como auxílio doença.

3 - Perdem o trabalhador e a empresa, que fica sem a mão-de-obra qualificada, necessita investir em nova contratação, novos treinamentos, e ainda aumenta sua carga tributária por elevar seu número de caracterização como auxílio doença.

2.4 ERGONOMIA COGNITIVA

Para Cañas e Waerns (2001), a ergonomia estuda os aspectos condutores e cognitivos da relação entre homem e os elementos físicos e sociais de seu lugar de trabalho, e mais concretamente quando esta relação esta mediada pelo uso de máquinas ou artefatos.

De acordo com a *International Ergonomics Association* (IEA) (2000), a ergonomia cognitiva refere-se aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora, e seus efeitos nas interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. Os temas mais relevantes referem-se ao estudo da carga mental de trabalho, tomada de decisão, desempenho especializado, interação homem-computador, confiabilidade humana, estresse profissional e a formação quando relacionados a projetos envolvendo seres humanos e sistemas (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

2.5 ERGONOMIA ORGANIZACIONAL

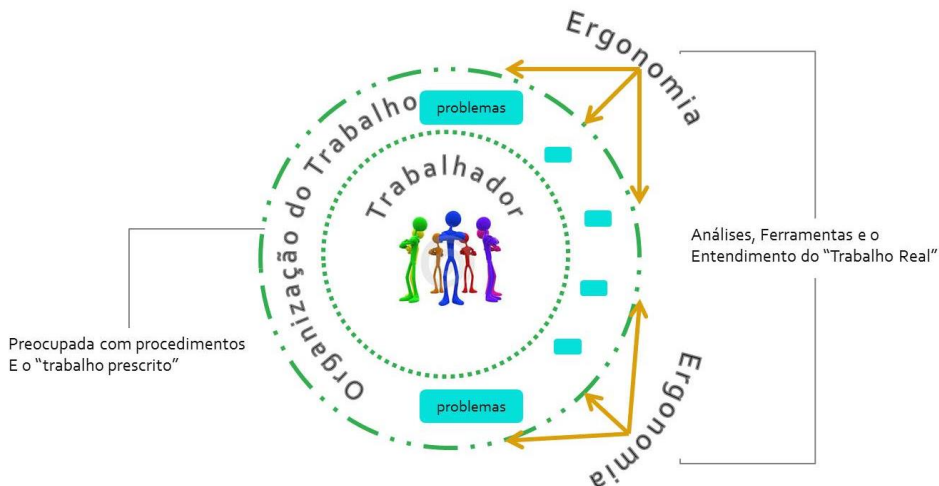
O foco da ergonomia organizacional concerne à otimização dos sistemas sociotécnicos¹⁶, incluindo suas estruturas organizacionais, regras e processos. Os tópicos abordados incluem comunicações, gerenciamento de recursos dos coletivos de trabalho, projeto de trabalho, organização temporal do trabalho, trabalho em grupo, projeto participativo, novos paradigmas do trabalho, trabalho cooperativo, cultura organizacional, organizações em rede, teletrabalho e gestão da qualidade, (IEA, 2000; ABRAHÃO *et al.*, 2009).

O entendimento do sentido da Ergonomia Organizacional permeia e busca informações no desenvolvimento da Organização do Trabalho tratado por outras disciplinas vizinhas. À luz da contribuição de Adam Smith, Taylor, Fayol, Ford e outros cientistas, a Ergonomia Organizacional preocupa-se com a com a estrutura horizontal que especifica as fronteiras dos postos (as máquinas, ferramentas, dispositivos utilizados), e, sobretudo as tarefas atribuídas, com os procedimentos correspondentes. E isso desde o posto isolado numa linha de montagem até os regulamentos complexos em caso de incidente numa sala de controle de processos contínuos, passando pelas regras administrativas a serem respeitadas nos escritórios, ou as modalidades de comunicação entre o piloto e o controlador de voo no tráfego aéreo (FALZON, 2007).

Ainda para Falzon (2007), a ergonomia está diretamente envolvida: chega mesmo, às vezes, a se considerar como a disciplina capaz, por excelência, em virtude de seus métodos de análise e suas intervenções, de resolver os problemas que se colocam para os organizadores do trabalho. Organizadores que de fato, na maior parte das vezes, têm apenas a propor receitas tradicionais, ou improvisações muito empíricas. Além disso, é raro a organização do trabalho clássica se interessar pelo trabalho real, em oposição ao trabalho prescrito, figura 2.

¹⁶ A Teoria Sociotécnica tem como abordagem geral a análise do design de estruturas organizacionais. CLEGG. Chris W. Sociotechnical principles for system design. *Applied Ergonomics*: 31, 2000.

Figura 2: Representação gráfica da atuação da ergonomia na organização do trabalho com base nas afirmações de Falzon (2007, p. 15).



Fonte: Autor (2013).

Continuando no tema da Ergonomia Organizacional, os dois próximos tópicos abordarão a situação de trabalho e a organização do trabalho através do ponto de vista da ergonomia.

2.5.1 Situação de Trabalho

Dentro da abordagem da Ergonomia Organizacional, as situações de trabalho constituem-se frequentemente de sistemas formados por diversos componentes que se interagem com objetivos voltados a natureza humana e outros para a organização (GUÉRIN *et al.*, 2001). A seguir uma representação gráfica da interação entre os componentes da situação de trabalho, figura 3.

Figura 3: Representação gráfica da situação de trabalho



Fonte: Adaptado de Guérin *et al.* (2001, p. 27).

Com vistas à representação gráfica, os autores expõem que o contrato é o instrumento regulador da relação entre o trabalhador e a organização. Por essa via, são definidas as regras gerais e os meios que permitem atingir os objetivos.

O trabalhador estabelece uma relação com a empresa que disponibiliza os meios para a realização do trabalho. Da sua atividade resultam a qualidade e a quantidade de produtos e os impactos sobre a saúde, a melhoria das competências, doenças, ou mesmo acidentes resultantes da interação dos outros elementos presentes na situação do trabalho.

De acordo com Abrahão *et al.* (2009), é importante distinguir numa situação de trabalho os aspectos que podem ser favoráveis ou desfavoráveis tanto para a saúde quanto para a produção.

Inseridos no contexto da situação de trabalho, são apresentados a seguir os conceitos de **tarefa** e **atividade** adotados pela ergonomia para seu entendimento.

2.5.1.1 Tarefa e Atividade

No sentido clássico adotado pela ergonomia, a **tarefa** é entendida como um conjunto de prescrições, com relação àquilo que o trabalhador deve fazer, segundo determinadas normas e padrões de quantidade/qualidade e por meio de equipamentos e ferramentas específicas. A tarefa, da mesma forma, abrange as condições de trabalho, pois elas influenciam as possibilidades de ação (GUÉRIN *et al.*, 2001; ABRAHÃO *et al.*, 2009).

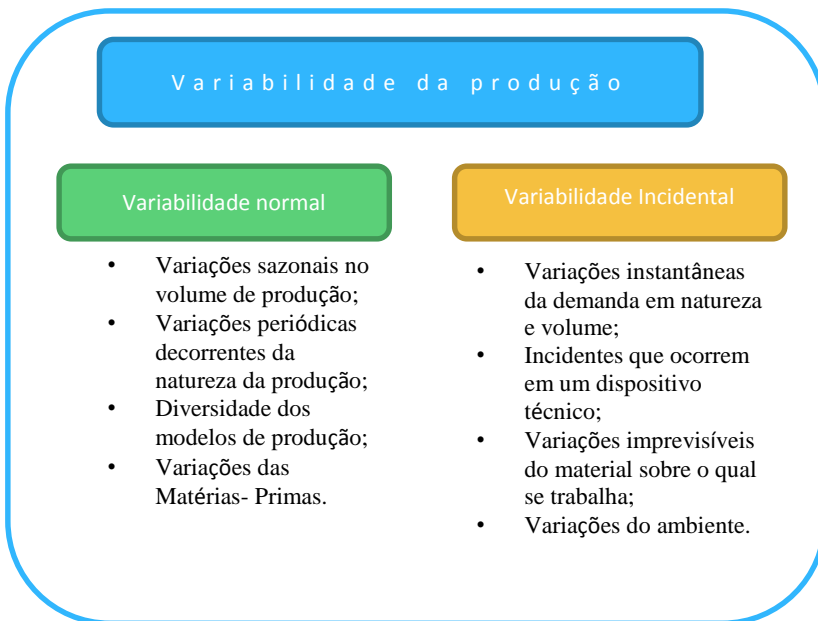
De acordo com os autores supracitados, o universo da tarefa compreende:

- As características dos dispositivos técnicos;
- As características do produto a transformar, ou do serviço a prestar;
- Os elementos a considerar para atingir os objetivos.

A definição de **tarefa** evoluiu. Segundo Abrahão *et al.*, (2009) atualmente existem outras formas de organizar o trabalho, em que a tarefa não pode mais ser definida de maneira tão rígida como nos modelos clássicos de organização, influenciados principalmente pelo Taylorismo.

Outra evolução do conceito de tarefa está associada à certeza da variabilidade existente nos sistemas de produção. Tal pressuposto é defendido pelos ergonomistas da atividade desde os seus primórdios, nos anos 1950, quando introduz a noção de variabilidade da produção, figura 4 (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

Figura 4: Variabilidade da Produção



Fonte: adaptado de Abrahão *et al.* (2009, p. 51).

O conceito de **atividade**, importante horizonte da atuação ergonômica, pode ser compreendido, de acordo com Guérin *et al.* (2001) e Abrahão *et al.* (2009), sob diferentes dimensões:

- a) Uma delas pode ser definida como sendo o que o trabalhador faz: suas ações, suas decisões para atingir os objetivos definidos na tarefa ou redefinidos de acordo com o real;
- b) A outra considera a forma segundo a qual o trabalhador usa de si para atingir os objetivos. Essa dimensão contempla o funcionamento muscular, a produção e troca de energia, o funcionamento do sistema nervoso, central e periférico, enfim, todo o uso, o dispor do corpo nos seus mais diferentes aspectos para agir;
- c) A atividade pode ser analisada também a partir das estratégias operatórias adotadas pelo trabalhador para cumprir as metas com as condições fornecidas.

O desempenho da atividade na situação de trabalho acarreta transformações no indivíduo que podem refletir em diferentes esferas da vida, na saúde, na relação com os outros e na própria relação com o trabalho. Estas transformações se devem, dentre outros fatores, ao desgaste provocado pelo trabalho, assim como às competências construídas a partir das experiências adquiridas (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

Portanto, na atuação ergonômica, é importante identificar quem são as pessoas que realizam esta atividade para poder identificar se o nível de compatibilidade entre suas capacidades e os limites foram contemplados na definição das tarefas (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

Finalizando o entendimento da Ergonomia Organizacional, o próximo tópico versa sobre a organização do trabalho na interpretação da ergonomia.

2.5.1.2 Organização do Trabalho pela ótica da ergonomia

A noção de Organização do Trabalho definida para esse trabalho diz respeito à maneira com a qual uma empresa se organiza, como ela define suas premissas para produção, com metas definidas, que arranja fisicamente seu layout de acordo com seu objetivo, que tem preconizações de qualidade e de produtividade e que organiza sua mão de obra a fim de cumprir esses objetivos.

Para Abrahão *et al.* (2009, p. 67):

A importância da compreensão da organização do trabalho para a ergonomia reside no fundamental entendimento do comportamento da tarefa prescrita para o trabalhador qual é seu reflexo na atividade. Não se pode trabalhar com ergonomia sem compreender os determinantes das tarefas que, em boa parte, dependem dos pressupostos dos modelos de organização adotados (ABRAHÃO *et al.*, 2009, p. 67).

Na linha de desenvolvimento do pensamento sobre a organização do trabalho escolas foram criadas nos últimos 100 anos, dentre elas, a Organização Científica do Trabalho, ou Taylorismo-Fordismo, o Sistema Toyota de Produção ou Produção Enxuta. Se em um primeiro momento a ergonomia se fundou em relação ao taylorismo-fordismo, a sua evolução e utilidade seguem e se inserem também nos cenários onde há a Produção

Enxuta, (WOMACK; JONES; ROOS, 2004; IIDA, 2005; ABRAHÃO *et al.*, 2009).

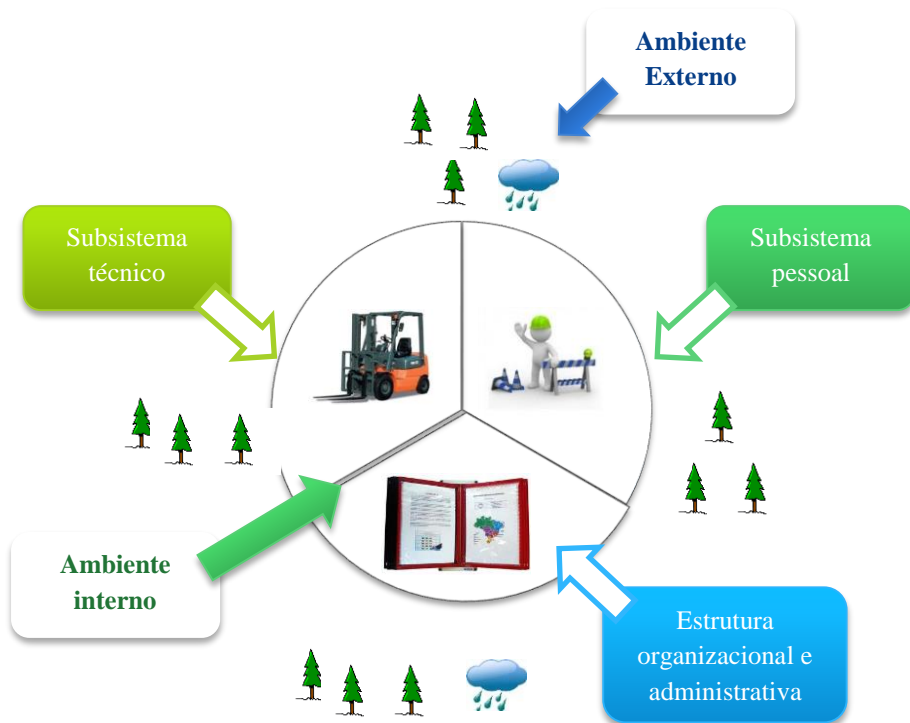
De acordo com Abrahão *et al.* (2009), pode-se considerar que modelos atuais de organização da produção e do trabalho já incorporam conceitos mais próximos do real. A produção é planejada de maneira mais integrada, em que a margem de liberdade na definição das tarefas é mais flexível, mesmo assim, ainda existem questões e desafios para as quais a ergonomia é solicitada a contribuir.

Na linha de pensamento sistêmico sobre a organização, a ergonomia durante seu desenvolvimento tem abordado o tema também através de duas subdisciplinas, a Sociotécnica e a Macroergonômica.

A Teoria Sociotécnica tem como abordagem geral a análise do design de estruturas organizacionais. Sua ótica, em contraste a modelos com visões mecanicistas e formalmente desenvolvidos, tal como o Taylorista, faz a leitura de que as organizações são sistemas com propósitos próprios e eficientes e que possuem um sistema social alinhado com essa finalidade. Em oposição a teorias universais de que existe um jeito único de se projetar um modelo de organização, o entendimento de uma organização como um sistema aberto também implica na compreensão de que o projeto Sociotécnico ideal é dependente de seus propósitos e suas características ambientais, (CLEGG, 2000; BADHAM; CLEGG; WALL, 2001; KLEINER, 2001).

A Macroergonômica pode ser definida como o estudo de sistemas de trabalho, onde um sistema de trabalho abrange duas ou mais pessoas trabalhando juntas (subsistema pessoal), interagindo com a tecnologia (subsistema tecnológico) e vinculados a um sistema organizacional que é caracterizado como ambiente interno (físico e cultural), (KLEINER, 2006). O sistema de trabalho básico é ilustrado na figura 5.

Figura 5: Modelo Básico de Sistema de Trabalho pela ótica da Macroergonomia



Fonte: Adaptado de Kleiner (2006, p. 83).

O subsistema pessoal é definido por aqueles que fazem o trabalho. Já o subsistema tecnológico é definido por como o trabalho é realizado (KLEINER, 2006).

Para dar suporte na construção e operacionalização do modelo proposto nessa tese, o tópico a seguir apresenta as ferramentas e métodos utilizados pela ergonomia para analisar, diagnosticar e propor melhorias para as situações de trabalho.

2.6 FERRAMENTAS E MÉTODOS DE ANÁLISE ERGONÔMICA

Esse tópico é subdividido da seguinte forma: conceito de ferramentas e métodos de análise ergonômica, ferramentas de avaliação física e Análise Ergonômica do Trabalho (AET).

2.6.1 Conceitos de Ferramentas e métodos de Análise Ergonômica

Como instrumento de suporte aos objetivos da ergonomia, as ferramentas de avaliação são fundamentais para caracterização da situação analisada. Stanton *et al.* (2005) as subdividem em seis temas: ferramentas de avaliação física, ferramentas de avaliação psicofisiológica, ferramentas de avaliação comportamental-cognitiva, ferramentas de avaliação de equipes, ferramentas de avaliação ambiental e ferramentas de avaliação macroergonômica, quadro 2.

Quadro 2: Subdivisão dos temas das ferramentas de avaliação em ergonomia.

Temas	Breve descrição de seus conteúdos
<i>Avaliação física</i>	Lida com análise e avaliação de fatores musculoesqueléticos. Os tópicos incluem: mensuração do desconforto, observação de posturas, análise de risco nos postos de trabalho, mensuração do esforço e fadiga, avaliação de distúrbios na coluna lombar, e predição de riscos de distúrbios nos membros superiores.
<i>Avaliação psicofisiológica</i>	Lida com a análise e avaliação da psicofisiologia humana. Os tópicos incluem: frequência cardíaca, casos de risco potencial, resposta galvânica da pele ¹⁷ (GSR), pressão arterial, frequência respiratória, movimentos da pálpebra e atividade muscular (EMG).
<i>Avaliação comportamental-cognitiva</i>	Lida com análise e avaliação de pessoas, eventos, artefatos e tarefas. Os tópicos incluem: observação e entrevistas, ferramentas de análise de tarefas cognitivas, predição de erro humano, análise e predição de carga de trabalho e situações de perigo.
<i>Avaliação de equipes</i>	Lida com análise e avaliação de equipes. Os tópicos incluem: treinamento de equipes, construção de equipes, decisão em equipe, análise de tarefas de equipes.
<i>Avaliação ambiental</i>	Lida com a análise e avaliação de fatores ambientais. Os tópicos incluem: condições térmicas, qualidade do ar, iluminação, ruído e mensurações acústicas e exposição à vibração.
<i>Avaliação macroergonômica</i>	Lida com a análise e avaliação de sistemas de trabalho. Os tópicos incluem: ferramentas de análise organizacional e comportamental, sistemas de manufatura, antropotecnologia, avaliação de intervenções em sistemas de trabalho, análise da estrutura e do processo dos sistemas de trabalho.

Fonte: Stanton, *et al.* (2005, p. 3).

¹⁷ A resposta galvânica da pele (GSR) mede a atividade elétrica das glândulas sudoríparas que produzem suor nas palmas das mãos e pontas dos dedos, mais sensíveis às emoções e pensamentos. O GSR é usado na aprendizagem do relaxamento em geral e para ajudar a identificar as situações que causam stress e ansiedade. CAMPREGHER *et al.* Biofeedback e resistência galvânica da pele: medidas em pacientes com Síndrome do Intestino irritável e em indivíduos saudáveis. **Rev. Ciênc. Méd.**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 223-230, maio/jun., 2006.

Outra divisão das ferramentas de avaliação ergonômica é apresentada por Wilson (1995), separando-as em cinco tipos básicos de concepção de dados, relacionadas no quadro 3.

Quadro 3: Subdivisão das ferramentas de avaliação ergonômica por tipos de concepção de dados.

Ferramentas para coleta de dados de pessoas

- Ex: coleta de dados sobre capacidades físicas, psicológicas e fisiológicas.

Ferramentas usadas em desenvolvimento de sistemas

- Ex: coleta de dados em sistemas atuais e em projeto.

Ferramentas para avaliar a performance do sistema homem-máquina

- Ex: coleta de mensurações quantitativas e qualitativas.

Ferramentas para avaliação de exigências e efeitos nas pessoas

- Ex: coleta de dados sobre o bem estar humano, em curtos e longos períodos, na performance da tarefa analisada.

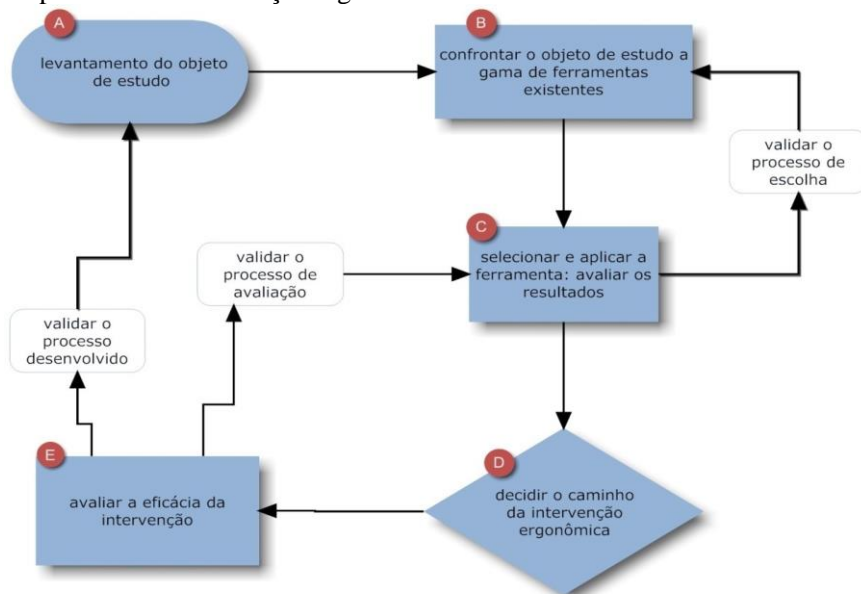
Ferramentas usadas no desenvolvimento de programas de gerenciamento ergonômico

- Ex: estratégias de suporte, gerenciamento, e avaliação sustentável das intervenções ergonômicas.

Fonte: Wilson (1995, p. 28).

Para direcionar o ergonomista na escolha da ferramenta de avaliação ergonômica, Stanton *et al.* (2005), apresentam um diagrama para orientação e validação da escolha no processo de intervenção ergonômica, figura 6. Os autores iniciam com a definição da demanda e do objeto de avaliação, partindo para o confronto com as ferramentas existentes na literatura, seguindo com a seleção da ferramenta, sua aplicação e resultados, direcionando sua intervenção e por fim avaliando sua eficácia.

Figura 6: Orientação e validação para escolha da ferramenta de avaliação no processo de intervenção ergonômica.



Fonte: Stanton *et al.* (2005, p. 8).

Apresentado os conceitos sobre as ferramentas de avaliação ergonômica, a seguir foca-se nas de avaliação física, pois, são as que serão utilizadas na demonstração piloto de uso do modelo.

2.6.2 Ferramentas ergonômicas de avaliação física

O uso das ferramentas de avaliação física para investigar as exigências e desempenho no trabalho é crucial para os ergonomistas que direcionam seus esforços para esse campo da ergonomia. Segundo Hedge (2005), essas podem ser utilizadas essencialmente para a fiscalização das informações e para o gerenciamento de LER/DORT.

As ferramentas de avaliação física apresentadas aqui estão direcionadas ao sentido daquelas em que o ergonomista faz registro de informações do indivíduo, dos postos de trabalho, do ambiente, e da interação entre esses elementos, com o intuito de cumprir requisitos necessários para se obter os resultados particulares de cada ferramenta.

Na publicação de Hedge (2005), são encontradas doze ferramentas, cada qual com sua especificidade, podendo coletar informações do

ambiente, do ritmo, das posturas adotadas, da força necessária, da repetição, entre outros fatores. Podem se apresentar ao usuário em formato de *checklists* impressos, planilhas e *softwares*. No quadro 4 os títulos de cada uma delas, autor, ano e país de desenvolvimento.

Quadro 4: Ferramentas de avaliação física em ergonomia.

<i>PLIBEL-The method assigned for indentification of ergonomics hazards</i>	Kemmlert, K. e Kilbom, A. (1986). Suécia.
<i>Musculoskeletal Discomfort Surveys used at NIOSH</i>	Sauter, S. <i>et al.</i> (1993). EUA.
<i>DMQ – The Dutch Musculoskeletal Questionnaire</i>	Hildebrandt, V. (1995). Holanda.
<i>QEC – Quick exposure checklist</i>	Guangyan, L. Buckle, P. (1999). Reino Unido.
<i>RULA – Rapid upper limb assessment</i>	Mctammey, L. Corlett, N. (1993). Reino Unido.
<i>REBA – Rapid entire body assessment</i>	McAtammey, L. Hgnett, S. (2000). Reino Unido.
<i>SI - Strain Index</i>	Moore, J. S. Garg, A. (1995). EUA.
<i>The Borg RPE Scale – Rates of perceived exertion</i>	Borg, G. (1998). Suécia.
<i>MFA – Muscle fatigue assessment</i>	Rodgers, S., Williams, D. (1987). EUA.
<i>Snook Tables (Psychophysical Tables) – lifting, lowering, pushing, pulling and carrying.</i>	Snook, S. H., Cirello, V.M. (1991). EUA.
<i>OCRA – The occupational repetitive action</i>	Occhipinti, E., Colombini, D. (2004). Itália.
<i>NIOSH Equation for manual lifting</i>	Waters <i>et al.</i> , (1993). EUA.

Fonte: Hedge (2005).

Cada ferramenta de avaliação ergonômica tem sua classificação e indicação como resultado de sua análise de risco, como forma de resumir e apresenta-las, desenvolveu-se os quadros 5 e 6 a seguir.

Quadro 5: Quadro de legenda das ferramentas de avaliação ergonômica.

Legenda das ferramentas de avaliação ergonômica											
Ferramenta	Objetivo	Classificação (Pontuações – Índices de risco – recomendações)									
Equação NIOSH (WATERS; PUTZ-ANDERSON; GARG, 1994).	Avaliação da movimentação manual de carga	≤1		Tarefa pode ser realizada pela maioria dos trabalhadores		1 ≤ 3		Pode causar problemas em alguns trabalhadores – convém estudar o posto e realizar modificações pertinentes		≥ 3	Ocasionará problemas a maioria dos trabalhadores – deve haver modificação
Rapid Upper Limb Assessment - (RULA) (MCTAMNEY e CORLETT, 1993)	Cálculo de um índice de carga musculoesquelética em atividades que exijam dos trabalhadores sobrecarga da região do pescoço e dos MMSS.	1-2	Postura aceitável	3-4	Requer mudança de postura – aprofundar estudo	5-6	Requer redesenho da atividade – aprofundar estudo	≥7	Mudanças urgentes no posto		
Strain Index (MOORE e GARG, 1995)	Instrumento de avaliação da exposição de trabalhadores ao risco de desenvolvimento de DORT nas extremidades dos membros superiores	≤3	Seguro	3-5	Dúvidoso	5-7	Algum risco	≥7	Alto Risco		
Rapid Entire Body Assessment – REBA (HIGNETT e MCTAMNEY, 2000)	Instrumento de avaliação rápida da postura do corpo inteiro em atividade	1	Não é necessária ação	2-3	Pode ser necessária ação	4-7	É necessária atuação	8-10	Necessária atuação o quanto antes	11-15	Atuação imediata
Mapa de desconforto Corporal (CORLETT e MANENICA, 1980)	Avaliar o desconforto corporal através de uma escala de desconforto e imagem do corpo humano. Para esse trabalho sugere-se a classificação entre (baixo risco, médio risco e alto risco)	Entre 0 e 10%	Baixo Risco		Entre 10% e 50%	Médio Risco		Entre 50% e 100%		Alto risco	

Fonte: Autor (2013).

Quadro 6: Continuação - Legenda das ferramentas de avaliação Ergonômica.

Legenda das ferramentas de avaliação ergonômica													
Ferramenta	Objetivo	Classificação (Pontuações – Índices de risco – recomendações)											
Snook & Ciriello – Tabelas de Liberty Mutual (SNOOK e CIRIELLO, 1991)	Avaliação e projeto de atividades de movimentação manual.	Peso da carga abaixo do recomendado pelo percentil, para os gêneros masculino e feminino.				Peso da carga acima do recomendado pelo percentil, para os gêneros masculino e feminino.							
Ovako Working Analysis System – OWAS (KARHU <i>et al.</i> , 1977)	Analisar as posturas de trabalho	Risco 1	Não requer ação	Risco 2	Ações serão requeridas num futuro próximo	3	Ações são requeridas as o quanto antes possível	4	Ações corretivas são requeridas imediatamente.				
Laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail – L.E.S.T. (GUELAUD <i>et al.</i> , 1977)	Avaliar as condições de trabalho de forma mais objetiva e global possível, estabelecendo um diagnóstico final que indique se cada uma das situações consideradas no posto de trabalho são satisfatórias, desconforto ou nocivas.	0, 1, 2	Condição Satisfatória	3, 4, 5	Desconforto o leve. Algumas melhorias poderiam aumentar o conforto do trabalhador	6, 7	Desconforto Médio. Risco de Fadiga	8, 9	Desconforto Forte. Fadiga	10	Nocivo, prejudicial.		
Occupational Repetitive Action – OCRA (COLOMBINI e OCCHIPINTI, 1998)	Avaliar rapidamente o risco associado aos movimentos repetitivos dos membros superiores.	≤5	Ótimo	≥5,1 ≤7,5	Aceitável	≥7,6 ≤11,1	Muito pequeno	≥11,1 ≤14	Pequeno	≥14,1 ≤22,5	Médio	≥22,6 ≤25	Alto

Fonte: Autor (2013).

Apresentada as ferramentas de avaliação ergonômica, a seguir descreve-se o método de Análise Ergonômica do Trabalho, também subsídio para a construção do modelo proposto.

2.6.3 Análise Ergonômica do Trabalho - AET

A abordagem da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) é estruturada nas etapas de análise da demanda, análise da tarefa, análise da atividade, diagnóstico e recomendações. Todas se encadeiam com o objetivo de compreender o trabalho para transformá-lo (GUÉRIN, *et al.*, 2001).

A análise da demanda é o ponto de partida, nela são levantados os problemas dispostos na situação avaliada e também são feitos recortes para os quais o estudo será conduzido. Busca-se nessa etapa investigar em todas as fontes possíveis os diversos prismas sobre eles, e ao final, o ergonomista deve ser capaz de formar uma orientação para o restante da análise (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

A análise da tarefa tem como objetivo conhecer o conjunto de objetivos dado aos operadores, o ambiente de trabalho que ele está exposto, os modos operatórios sobre os quais deverá atuar e as instruções de trabalho e segurança. O ergonomista nessa etapa busca conhecer todos os fatores que se apresentam prescritos para o trabalhador (GUÉRIN, *et al.*, 2001).

Na análise da atividade, o ergonomista deverá descrever a maneira como os resultados são obtidos e como os meios prescritos são utilizados pelo trabalhador. Faz parte dessa etapa a investigação sobre fenômenos fisiológicos, psicológicos que caracterizam o ser humano na realização de seus atos. Busca-se entender também, quais são as estratégias do trabalhador para atender o trabalho prescrito (LAVILLE, 1977; GUÉRIN, *et al.*, 2001).

Em seguida, constroem-se os diagnósticos da situação investigada. Nele o ergonomista deverá evidenciar os diversos sintomas que caracterizam as patologias ergonômicas da situação de trabalho. É um produto essencial da AET e apoia-se nas demandas levantadas no início do estudo. Tem como orientação o princípio da globalidade, com o foco na participação holística do homem no trabalho (GUÉRIN, *et al.*, 2001; WISNER; SZNELWAR, 2004).

Ao fim, também é papel do ergonomista apresentar possíveis recomendações, contramedidas, para os problemas. De acordo com Abrahão *et al.* (2009, p. 232):

Uma análise sistêmica como a AET, mostra que os determinantes de uma tarefa são múltiplos, com diferentes facetas. Assim sendo, é possível elaborar soluções integradas que contemplem questões referentes aos aspectos físicos do posto de trabalho, as características das ferramentas, a arquitetura dos sistemas de informação, a divisão das tarefas, a organização dos tempos de trabalho, as características do ambiente de trabalho, entre outros (ABRAHÃO *et al.*, 2009, p. 232).

Na sequência são apresentados casos da prática da gestão da ergonomia em diferentes empresas, com seus modelos de organização do trabalho, também como base teórica importante para a elaboração do modelo proposto por esse estudo.

2.7 PROGRAMAS DE GESTÃO DA ERGONOMIA NA EMPRESA

As práticas de gestão nas organizações, desde aquelas preconizadas por Taylor e Ford, até as mais recentes encontradas na Produção Enxuta, passaram por mudanças, evoluções e adaptações. De acordo com Ferreira *et al.*, (2009), gerir significa organizar e modelar, por meio de instrumentos e técnicas adequados, os recursos financeiros, materiais e humanos de um determinado ambiente. Também para a Ergonomia, seu modo de operação frente às demandas a ela apresentada evoluíram. Montmollin e Darses (2011) relatam que se inicialmente as preocupações focavam-se na muito na interface homem-máquina, no entanto, no seu trajeto de evolução novas necessidades surgiram, como a de compreender o trabalho de forma sistêmica e atuar de forma constante e estruturada dentro de uma organização.

Assim sendo, nesse tópico serão apresentadas iniciativas de gestão e práticas com a ergonomia nas empresas. Os exemplos demonstrados aqui têm características de intervenções delimitadas há um período de tempo e outras que são desenvolvidas continuamente. Elementos comuns encontrados em suas tratativas são: cuidados com a saúde, design de postos de trabalho e de ferramentas, design de produtos, aspectos da qualidade, aspectos participativos e de educação e treinamento. De acordo com Hägg (2003), a implantação de programas de ergonomia varia substancialmente dependendo do tipo da empresa, sua forma de se organizar e suas políticas.

Os casos serão apresentados a seguir em subtópicos:

✓ *O caso da Peugeot-Sochaux* (MOUREAU, 2003): o programa da francesa *Peugeot-Sochaux* aborda duas frentes de atuação, uma delas voltada para o design de seus automóveis e outra direcionada para os postos de trabalho pertencentes a sua planta. Para o design dos novos automóveis a empresa usa um método desenvolvido por ela chamado ECM. Ele contém um questionário com 37 itens que objetiva reduzir o tempo de montagem de um veículo e aumentar a qualidade do trabalho. Os designers devem eliminar movimentos desnecessários, posturas desconfortáveis, priorizando o conforto dos trabalhadores. Para avaliação dos aproximadamente 4500 postos de trabalho a empresa usa também um método desenvolvido por ela chamado DACORS. O método avalia a força aplicada, o peso suportado e as posturas. Os requisitos são avaliados numa escala de 1 (baixo risco) a 5 (alto risco) por 60 técnicos que são responsáveis por avaliar os postos de trabalho. Cada estação recebe uma classificação que varia entre: pesado, médio alto, médio baixo

ou leve, isso, baseado nas avaliações dos requisitos físicos apresentados acima. Essa abordagem permite a gestão da empresa e o departamento de saúde acompanhar e reduzir os riscos dos postos classificados como de alto risco. Mais de 100 engenheiros responsáveis pelo design e pelos métodos de trabalho receberam treinamento para utilizar as ferramentas de avaliação. Os resultados apontam redução da incidência principalmente de distúrbios relacionados à síndrome do túnel do carpo e epicondilite lateral, a partir de 1996. No entanto, um aumento dos casos foi novamente registrado no ano de 1999 e ainda que não tenha chegado aos níveis dos anos anteriores a 1996, de acordo com o autor, esse aumento ocorreu por conta do aumento do tempo de ciclo da linha de produção; o lançamento de um novo modelo, gerando novas operações; a mudança dos operadores para uma nova linha de montagem, criando um distúrbio psicológico. A experiência apontada por esse caso, de acordo com o autor, mostra a importância do uso das ferramentas de avaliação ergonômica para definir sua estratégia de atuação. Nesse artigo não foram encontradas as palavras extensas para as siglas ECM e DACORS.

✓ *O caso da Boots Contract Manufacturing (BCM) Airdrie* (SMITH, 2003): A empresa *Boots Contract Manufacturing* desenvolve e produz cosméticos, produtos para higiene e para a saúde. De acordo com a autora, o escopo de trabalho com a ergonomia na empresa é bem vasto, pois a companhia desenvolve 1000 novos produtos e fabrica 120 milhões de itens por ano. Muitos dos processos de produção desses produtos envolvem movimentação manual de carga e movimentos repetitivos. A autora comenta que o programa de ergonomia foi instituído na empresa proativamente devido a crescente preocupação com os riscos musculoesqueléticos existentes na empresa. A empresa tem um programa de ergonomia estruturado desde 1997, quando contratou um ergonomista para desenvolvê-lo. O programa se baseia na atuação do ergonomista, que tem como objetivo: o design, coordenar e facilitar o programa de ergonomia que lida de forma proativa com o design de equipamentos e processos dos postos de trabalho. Tem como objetivo prevenir os Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) através de cinco estratégias principais, contando com o apoio chave dos departamentos de engenharia de projeto e os trabalhadores envolvidos com a operação. As estratégias são: avaliação do risco ergonômico, avaliações ergonômicas e controles sobre novos produtos, encontros para solução de problemas ergonômicos, uso da ergonomia na engenharia de design e treinamento e conscientização sobre ergonomia e suas práticas. A autora relata que o programa foi recentemente implantado e que é

difícil, ainda, mensurar seus resultados. No entanto, o Serviço de Saúde do trabalhador da empresa tem documentado uma redução gradual das queixas de sintomas relacionados às DORT.

✓ *O programa corporativo da Ford Motor Company* (JOSEPH, 2003): O programa de ergonomia da *Ford Motor Company* apresenta um caso de parceria entre a empresa e o sindicato que representa seus trabalhadores. Esse programa é gerido por um comitê que envolve as duas partes e que tem como visão de ser através do uso da ergonomia, uma líder mundial em prover um ambiente de trabalho altamente produtivo para todos os trabalhadores de suas plantas no mundo, que seja também, livre de riscos de lesões e doenças, e facilite a melhoria contínua da qualidade e redução dos custos. Para atingir essa visão, três pré-requisitos foram elencados: a ergonomia deveria estar disponível para todos os níveis da companhia; a ergonomia deveria coexistir com os processos já existentes; a ergonomia seria desenvolvida com abordagem participativa. O processo do programa é conduzido por times chamados *Local Ergonomics Committees* (LECs). Esses times são responsáveis por identificar e avaliar problemas nos postos de trabalho, desenvolver e implantar ações de melhoria. Cada time desenvolve um plano de ação anual para gerenciar os itens dos processos chaves incluindo a priorização de atividades. Existem três formas de identificar as preocupações: registros informais do chão de fábrica, postos de trabalho com casos já registrados na medicina do trabalho e avaliações de riscos. De forma geral, os postos de trabalho com registros médicos são tratados como prioridade. As soluções podem emergir de duas categorias: controles abordados pela engenharia e controles administrativo-organizacionais. Os controles abordados pela engenharia estão ligados a mudanças nas ferramentas de trabalho, do layout nas estações de trabalho e com possibilidade de alteração no design do produto. O autor considera difícil mensurar todos os possíveis ganhos com as ações do programa de ergonomia, porém, pontualmente é possível identificar alguns: no período de um ano, mais de 1500 pontos de risco ergonômicos foram identificados e tratados nas plantas dos Estados Unidos, e cada um desses pontos ajudou aproximadamente duas pessoas; em algumas plantas dos Estados Unidos foram registradas queda de 30% em compensações de custos para os empregados e 30% de redução na perda de tempo por problemas ergonômicos; a redução de riscos ergonômicos nos postos de trabalho foi correlacionada a aumentos de produtividade e qualidade; durante um recente lançamento de uma nova linha de produção, a planta ficou por

mais de 6 meses sem perder tempo por conta de lesões osteomusculares dos membros superiores.

✓ *Programa de Ergonomia Participativa para tarefas de movimentação Manual de Carga em Minas de Carvão da Austrália* (BURGESS-LIMERICK, *et al.*, 2007): os autores relatam nesse estudo o desenvolvimento de um programa de ergonomia participativa para tarefas de movimentação manual de carga em minas de carvão na Austrália. O objetivo primário do programa foi de reduzir os riscos de lesão associados com as tarefas manuais realizadas pelos mineiros. O programa durou entre os anos de 2003-2007 e adotou princípios da ergonomia participativa e de avaliações de riscos. Assim como outros programas, teve como premissas a eliminação das atividades de movimentação manual de carga, quando possível, seguido de mudanças no design da atividade e de mudanças administrativo-organizacionais, tais como, rodízio, pausas ou treinamentos. Os trabalhadores que seriam envolvidos no programa receberam treinamento sobre ergonomia, tratando de assuntos ligados à saúde humana e a práticas de identificação de riscos através de ferramentas de avaliação. As considerações dos autores quanto ao programa foram: o processo da ergonomia participativa tem capacidade de gerar medidas de controle; traduzir essas medidas de controle em ações concretas de redução dos riscos exige envolvimento total da alta administração; a participação dos trabalhadores diretamente ligados a operação é fundamental.

✓ *Programa de Ergonomia nas Empresas de Engarrafamento de Bebidas e Metalúrgica e Siderúrgica* (SOARES, *et al.*, 2007): os casos conduzidos nas duas empresas preconizaram inicialmente a formação de um comitê de ergonomia denominado COERGO. Os autores, antes mesmo do início das atividades do programa, realizaram reuniões com as empresas alvo do estudo para formação do comitê e formação dos Grupos de Ação. Uma vez feito isso os pesquisadores ministraram treinamentos teóricos e práticos sobre assuntos básicos da ergonomia, estabeleceram um cronograma de reuniões sistemáticas para negociação, discussão e apresentação das recomendações propostas, definiram estratégias de ação para execução das recomendações e por fim, gerar ações para comunicar as atividades do programa junto aos outros empregados. Os programas assim estruturados foram aplicados nas duas empresas estudadas pelos autores. Algumas considerações apontadas por eles: a viabilização de recursos financeiros pelas empresas para a realização das recomendações ergonômicas nem sempre é uma realidade; a formação e resultados de um

Comitê de Ergonomia dura mais tempo do que uma intervenção pontual feita por um ergonomista; o objetivo da metodologia aplicada não é apenas intervir projetualmente nos postos de trabalho; os trabalhos realizados nas empresas até aqui geraram resultados positivos, na empresa de Engarraamento de Bebidas a participação de setores e pessoas de cargos de gestão colaborou para que as ações fossem concretizadas mais rapidamente, e na empresa de Metalurgia e Siderurgia o destaque foi para o envolvimento das pessoas diretamente ligadas a ação técnica das funções mais críticas do processo, gerando um maior comprometimento com as ações propostas.

Sobre esse tópico voltado aos programas de ergonomia na empresa e com base nas afirmações de Hägg (2003), pode-se inferir que:

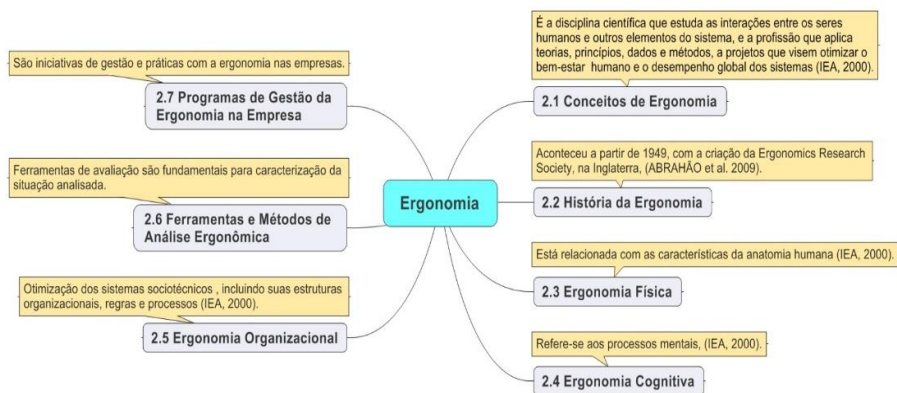
- ✓ Iniciativas de programas de ergonomia corporativos são importantes para a produtividade, qualidade e suporte para o bem estar em muitas companhias;
- ✓ Uma abordagem participativa é quase pré-requisito para o sucesso do programa;
- ✓ Expertise em ergonomia, seja interna ou externa, é também essencial;
- ✓ Existem poucos exemplos onde a ergonomia e a qualidade estejam integrados;
- ✓ A maioria dos programas tem foco majoritário nas questões de segurança e saúde. Muitos trabalhos necessitam ser conduzidos com intuito de atingir a integração da ergonomia com as políticas gerais de uma companhia.
- ✓ Deve haver uma atenção bastante especial em questões organizacionais do trabalho, tais como: rodizio, horários de trabalho, treinamentos, formação, competências, etc.

Após a aproximação no entendimento da atuação de programas de ergonomia nas empresas, foi possível identificar diferentes formas de abordagens para a condução da ergonomia nessas organizações. Porém, como esses estudos estão delimitados aos períodos apresentados, não se conhece suas continuidades. Entretanto, o que se pode inferir é que nenhum dos casos apresentados demonstrou uma integração das práticas de gestão da ergonomia com outras já existentes nas empresas estudadas. Dessa forma, de acordo com o referencial teórico aqui apresentado, esse fato pode sinalizar uma fragilidade na permanência da ergonomia como foco de atenção ao longo de sua trajetória nessas empresas.

2.8 SÍNTESE DOS TÓPICOS RELACIONADOS À ERGONOMIA

Como uma das bases teóricas de suporte para desenvolvimento do modelo, a linha de raciocínio na exploração do tema Ergonomia seguiu a seguinte organização: conceitos de ergonomia, sua história, seus âmbitos de atuação, as ferramentas e métodos de seu uso e casos de programas de gestão na empresa. Para apresentar a síntese do tema Ergonomia explorado nesse trabalho utiliza-se a técnica de Mapas Mentais, figura 7.

Figura 7: Síntese do Tema Ergonomia - Mapa Mental.



Fonte: Autor (2013).

Esses foram os direcionamentos conduzidos pelo autor para embasar esse tema. Na sequência, próximo tópico aborda o segundo pilar relevante para esse estudo, a Produção Enxuta.

2.9 PRODUÇÃO ENXUTA

A Produção Enxuta tem como homônimos o Sistema Toyota de Produção, *Lean Production*, *Lean Thinking*, *Lean Manufacturing* (Para esse estudo se adotará o conceito de Produção Enxuta). Esta filosofia de gestão e produção teve início na década de 1950, no Japão, mais especificamente na Toyota, onde foi e continua sendo o berço das técnicas Lean. Introduzido logo após a Segunda Guerra Mundial, foi inspirado no modelo Taylorista. O sistema foi instituído, buscando a combinação da produção em massa com a eficiência, visando à redução de desperdícios (SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011).

Os desperdícios apontados pela Produção Enxuta, de acordo com Liker e Meier (2007) são:

1) **Superprodução:** é a perda por produzir além do volume programado ou requerido (sobram peças/produtos). É a perda decorrente de uma produção realizada antes do momento necessário, ou seja, as peças/produtos fabricadas ficarão estocadas aguardando a ocasião de serem consumidas ou processadas por etapas posteriores;

2) **Espera:** O desperdício com o tempo de espera origina-se de um intervalo de tempo no qual nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado;

3) **Transporte:** O transporte é uma atividade que não agrega valor, como tal, pode ser encarado como perda que deve ser minimizada;

4) **Processamento:** São parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do produto/serviço. Podem ainda ser classificadas como perdas no próprio processamento situações em que o desempenho do processo encontra-se aquém da condição ideal;

5) **Estoque:** É a perda sob a forma de estoque de matéria-prima, material em processamento e produto acabado.

6) **Movimentação:** As perdas por movimentação relacionam-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação;

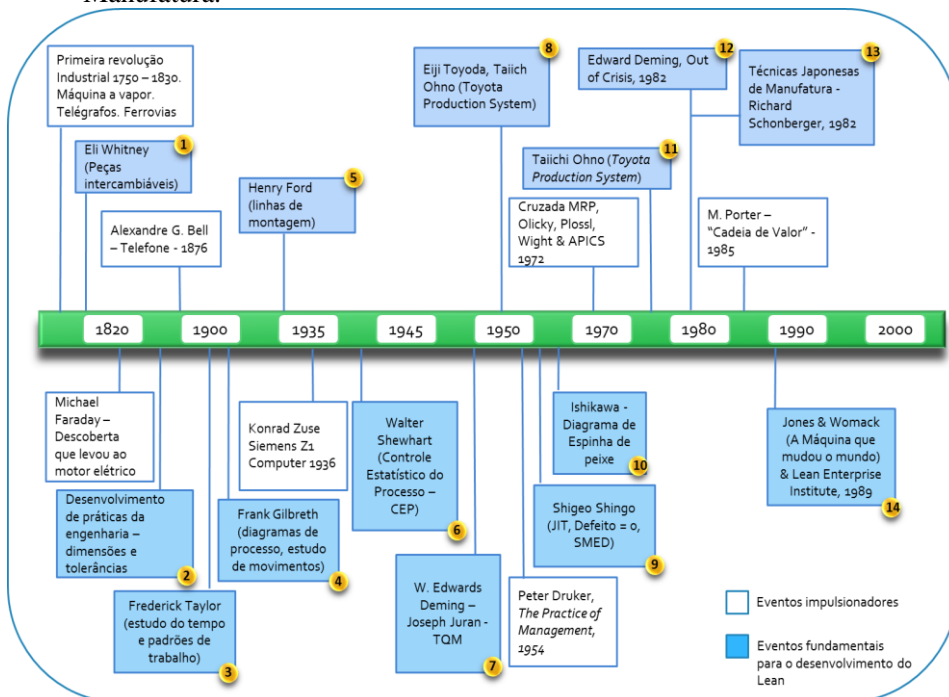
7) **Produtos Defeituosos:** A perda por fabricação de produtos defeituosos é o resultado da geração de produtos que apresentem alguma de suas características de qualidade fora de uma especificação ou padrão estabelecido e que por esta razão não satisfaçam a requisitos de uso.

Para entender um pouco mais do desenvolvimento da Produção enxuta, o próximo tópico apresenta uma leitura sobre sua história.

2.9.1 História da produção enxuta

Desde a 2ª Guerra Mundial, o rápido aumento do acesso no mercado global provocou de forma acelerada o ambiente competitivo. Esse comportamento de mercado também acelerou o ritmo de mudança do pensamento sobre as formas de produção e práticas de gestão. Schmidt e Lyle (2010) apresentam uma leitura do desenvolvimento dos sistemas de produção e de inovações tecnológicas que conduziram ao desenvolvimento da Produção Enxuta. Essa leitura é apresentada na figura 8 e mostra 14 marcos relevantes para esses autores.

Figura 8: Linha do Tempo dos Sistemas de Gerenciamento de Manufatura.



Fonte: Adaptado de Schmidt e Lyle (2010, p. 70).

A seguir uma descrição breve dos catorze marcos apontado por Schmidt e Lyle (2010):

1. A primeira grande contribuição para a produção enxuta foi a inovação de Eli Whitney (1765-1825). Ele desenvolveu um projeto de espingardas com peças intercambiáveis, depois de assumir um contrato com o governo dos Estados Unidos para a fabricação de 10 mil unidades a um preço menor que US\$ 14,00 cada. Ele traduziu o conceito de intercambiáveis para um sistema de produção e assim nasce o primeiro sistema de produção em massa americano.

2. Nos 100 anos seguintes os fabricantes primordialmente focaram em convenções específicas, práticas e tecnologias de processo. Durante esse tempo, o sistema de projetos de engenharia, modernas ferramentas, processos de larga escala foram desenvolvidos. Poucos, nesse período, se perguntavam quanto as ligações entre processos, até mesmo sobre a logística entre fornecedores e clientes. Esse cenário mudaria a partir do

final da década de 1890, quando a engenharia industrial começa a se desenvolver como uma importante disciplina.

3. O primeiro e mais conhecido engenheiro industrial foi Frederick Winslow Taylor, o pai da administração científica. Sua contribuição significativa foi de aplicar a ciência na gestão da produção, porém, seu sucesso foi limitado, pois não reconhecia a importância da ergonomia e do comportamento humano como disciplinas integrantes do processo produtivo.

4. Frank Bunker Gilbreth trabalhava no setor de construção e percebeu que não havia pedreiros que assentassem dois tijolos da mesma forma. Ele aprimora métodos de trabalho existentes eliminando desperdícios e aumentando a performance de assentamento de tijolos de 1.000 para 2.700 por dia. Desses estudos, Gilbreth desenvolve as leis do movimento humano, as quais envolvem os princípios da economia de movimentos.

5. Por volta de 1908, Henry Ford e seu braço direito, Charles E. Sorensen modelam a primeira estratégia de manufatura compreensiva. Eles arranjam todos os elementos do sistema de manufatura – pessoas, máquinas, ferramentas, e produtos – dentro de um sistema contínuo de produção para fabricar o seu Modelo T. A estratégia foi incrivelmente tão bem sucedida que rapidamente Ford se tornou um dos homens mais ricos do mundo fabricando carros que muitas pessoas poderiam comprar.

6. Engenheiros de Processo e Qualidade começam a usar rigorosos métodos estatísticos no processo industrial desde que Walter Shewhart introduziu o Controle Estatístico do Processo nos anos de 1930 na AT&T. Seu trabalho foi base para a metodologia estatística *Six Sigma* e o modelo de resolução de problemas PDCA (*Plan, Do, Check, Act*).

7. W. Edwards Deming e Joseph Juran introduziram o pensamento e as práticas que deram origem ao *Total Quality Management (TQM)*. Suas abordagens foram abraçadas pela indústria japonesa depois da 2ª Guerra Mundial, e agora, o prêmio mais alto da qualidade no Japão é nomeado *Deming Prize*. Três décadas depois, a indústria americana começa a aceitar e aplicar os conceitos de Deming e Juran.

8. Na Toyota Motor Corporation, Taiichi Ohno e seus colegas estudam o modelo de produção de Ford e o sistema americano de reabastecimento de supermercados. Esses processos são base de inspiração para o desenvolvimento do modelo *Just in Time (JIT)* na Toyota. Ohno foi um dos principais atores no desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção, também conhecido como Produção Enxuta.

9. Shigeo Shingo, um dos consultores de Ohno, fez contribuições importantes para a Produção Enxuta através do ensino, consultoria e

escrevendo livros sobre sua prática. Pelo ano de 1959, Shingo ganhou notoriedade como o “engenheiro gênio”, através de sua contribuição para o desenvolvimento do JIT, e criação do *Single Minute Exchange Die - SMED* (Troca rápida de ferramentas).

10. Karou Ishikawa desenvolve o diagrama de espinha de peixe como sua ferramenta pioneira na gestão da qualidade nos estaleiros da empresa Kawasaki, e se torna um dos pais da gestão da qualidade moderna. Os diagramas de espinha de peixe começam a ser usadas no início dos anos de 1960, e são considerados como uma das sete ferramentas básicas da gestão da qualidade, juntamente com: histograma, diagrama de pareto, lista de verificação, carta controle, diagrama de dispersão e gráfico linear.

11. A Produção enxuta é o sistema de produção mais eficiente desde o Modelo de Ford. Taiichi Ohno e seus colegas trabalham incansavelmente por mais de 20 anos para desenvolver de forma completa do sistema e desdobrá-lo para toda companhia e seus fornecedores.

12. Depois de grande sucesso no Japão, Deming retorna aos Estados Unidos e passa alguns anos no anonimato antes da publicação de seu livro *Out of Crisis* in 1982. Nesse livro, Deming apresenta 14 princípios nos quais acredita que poderiam salvar a indústria americana das mãos dos japoneses. Deming aponta nesses princípios a premissa de eliminação da variação, para ele, quanto maior a variação, maior o desperdício.

13. Durante a década de 1980, os americanos aprendem sobre o JIT e a prática do *Kanban* com o livro de Richard Schonberger – *Japanese Manufacturing Techniques*. O autor viajou para o Japão e estudou profundamente as práticas da Toyota e tornou-se um pioneiro no ensinamento dessas técnicas nos Estados Unidos.

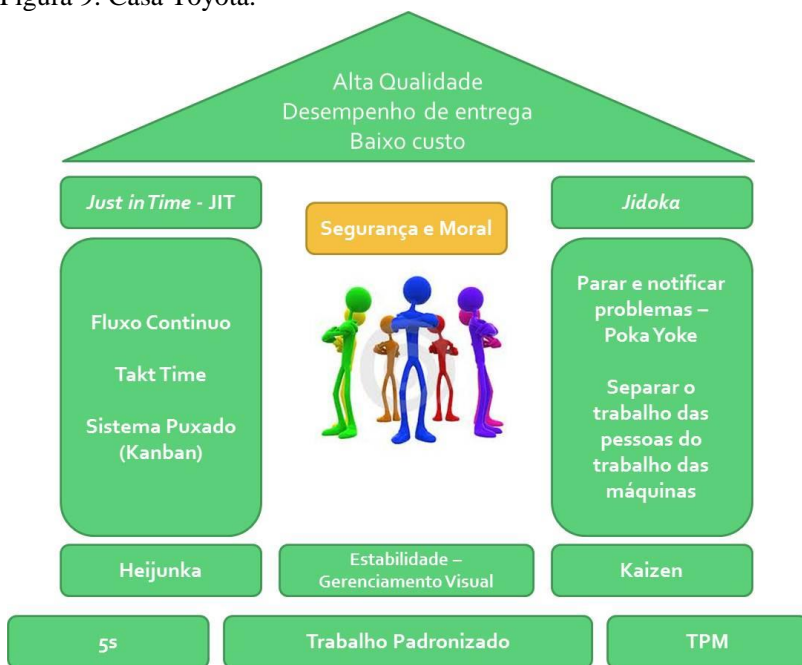
14. A Produção Enxuta ganha notoriedade e amplitude de aplicação após a publicação do livro “A máquina que mudou o mundo”, de autoria de James Womack e Daniel Jones. O livro apresenta um estudo conduzido por 5 anos através de um benchmarking pelas indústrias automobilísticas pelo mundo. O principal achado do livro diz respeito a significativa vantagem competitiva da Toyota através de suas práticas de gestão.

A história da Produção Enxuta apresentada através desses marcos mostra um modelo que se construiu pautado em conceitos centrais e que terão sentido sempre que aplicado, tais como o JIT e o de SMED, entretanto continuou aberto à evolução. No tópico seguinte são apresentadas as principais ferramentas utilizadas por esse modelo de gestão.

2.9.2 Ferramentas da produção enxuta

Como forma de operacionalização da Produção Enxuta, a Toyota, baseada em suas necessidades de estabilizar a produção, buscar flexibilidade, competitividade e atendimento dos valores requisitados pelo cliente, desenvolve ferramentas, métodos e práticas que se tornaram modelos para a implantação de seu sistema em outras empresas. Essas práticas são comumente apresentadas através do diagrama conhecido como Casa Toyota, figura 9 (LIKER, 2005; SCHMIDT; LYLE, 2010; ROTHER, 2010).

Figura 9: Casa Toyota.



Fonte: Adaptada dos modelos de Liker (2005, p. 51), Schmidt e Lyle (2010, p. 31).

A seguir são apresentados alguns detalhes sobre essas e outras ferramentas desenvolvidas na Produção Enxuta.

2.9.2.1 5S

O conceito de 5S apareceu no Japão há muito tempo e é considerado um dos pilares do modelo conceitual da casa do Sistema Toyota de Produção. Cada um dos 5Ss representam as iniciais de cinco palavras japonesas. São elas (LIKER, 2005):

1) Seiri: (Senso de seleção): Passo inicial do 5S que consiste basicamente em eliminar do local de trabalho tudo que é desnecessário, tomando o devido cuidado para que não seja jogado fora nada que possa ter utilidade a alguém. Os maiores ganhos da aplicação do senso de seleção são:

- Ganho de espaço;
- Facilidade de limpeza e manutenção;
- Redução de custos;
- Disposição mental para a qualidade;

2) Seiton: (Senso de Organização): Consiste em estabelecer um lugar para cada material, identificando-os e organizando-os conforme prioridades de uso.

3) Seiso: (Senso de limpeza): O Senso de Limpeza possui dois importantes aspectos. O primeiro deles diz respeito à limpeza do ambiente físico de trabalho. O outro aspecto também importante diz respeito ao relacionamento pessoal, à transparência de intenções, e o respeito ao próximo. O senso de limpeza objetiva um ambiente de trabalho limpo, saudável, e com relacionamento pessoal mais aberto possível, criando condições de trabalho em equipe. Os maiores ganhos são:

- Ambiente agradável e saudável;
- Melhor resultado do trabalho;
- Melhoria no relacionamento interpessoal e do trabalho em equipe;
- Redução dos desperdícios;

4) Seiketsu: (Senso de padronização): O Senso de Padronização visa manter os três primeiros S (seleção, ordenação, limpeza). Padrões visuais e de sinalização por cores, além da higiene, saúde e segurança, também fazem parte deste Senso, que também pode ser traduzido como Senso de Saúde ou Higiene. Um dos grandes objetivos deste senso é fazer com que as anomalias saltem aos olhos devido ao processo de padronização. A padronização busca criar o estado de limpeza. Não basta estar limpo, tem que parecer limpo. Os principais ganhos são:

- Ambiente de trabalho saudável e seguro;
- Redução de movimentos e desperdícios;

- Definição do padrão ideal de trabalho;
- Ambiente menos tenso;
- Controle visual;

5) Shitsuke: (Senso de autodisciplina): O Senso de Autodisciplina visa manter todos os outros Ss através da prática e da disciplina. Os outros sensos são trabalhados à exaustão. É o Senso da cultura, que transforma os outros Ss em parte das atividades corriqueiras do dia-a-dia do ambiente de trabalho e da vida dos funcionários.

O 5S ganha muita importância principalmente em projetos que incluem grandes mudanças culturais. O ambiente de trabalho limpo e organizado colabora em muito para que os operadores se sintam mais satisfeitos e o trabalho torna-se mais produtivo (OHNO, 2009).

Segundo Dennis (2008), por melhor que seja a preparação técnica de supervisão em uma indústria, se os painéis de operação das máquinas estiverem sujos ou o chão da fábrica desorganizado e as máquinas cheias de graxa e poeira, sem demonstrar o menor sinal de manutenção recente, parece impossível manter a qualidade da produção por muito tempo e a durabilidade do equipamento.

2.9.2.2 Trabalho Padronizado

De acordo com Dennis (2008), a Toyota diz que o propósito do Trabalho Padronizado é ser uma “base para o *Kaizen*”. Se o trabalho não for padronizado, sendo diferente a cada vez que é realizado, não haverá base para avaliação, ou seja, não haverá um ponto de referência com que se comparar.

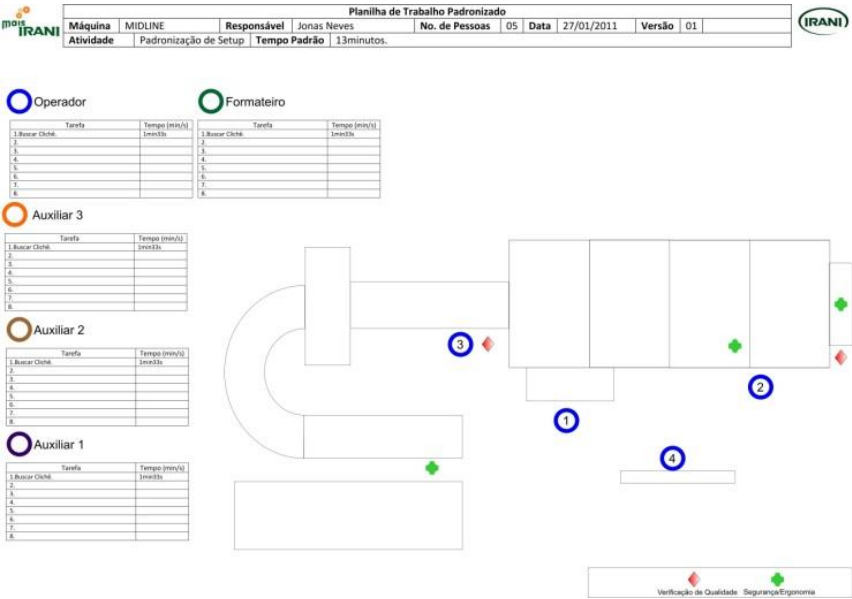
A Toyota aponta alguns pré-requisitos para que o trabalho padronizado seja estabelecido, (LIKER; MEIER, 2007):

- a) A tarefa deve ser passível de repetição;
- b) A linha de produção e o equipamento devem ser confiáveis, e o tempo de paralização deve ser o mínimo;
- c) Os problemas de qualidade devem ser mínimos.

Há três documentos principais usados para o desenvolvimento de trabalho padronizado e muitos outros documentos relacionados ou de apoio. A planilha de trabalho padronizado é utilizada inicialmente como uma ferramenta para identificar e eliminar as perdas. Ele costuma ser

afixada na área de trabalho como um método de controle visual para a administração verificar a adesão ao padrão, figura 10 (LIKER, 2005).

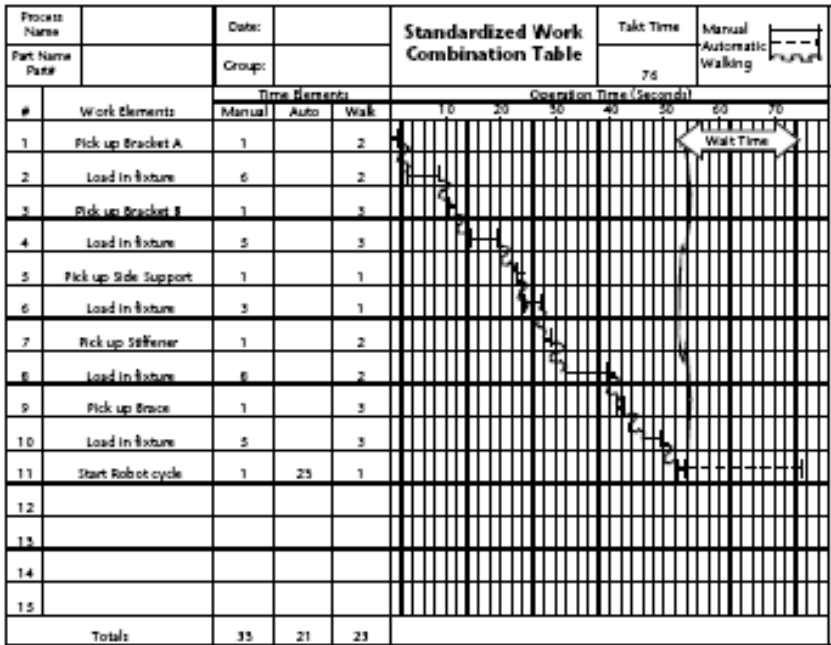
Figura 10: Modelo de Planilha de Trabalho Padronizado.



Fonte: Autor (2013).

O segundo documento que compõe o trabalho padronizado é a tabela de combinação. Como nome indica, é usada para analisar tarefas que têm trabalho combinado. A intenção é de mostrar o relacionamento em termos de tempo de duas ou mais atividades que apresentam uma combinação de operações em que dois ou mais operadores trabalham juntos no mesmo produto ao mesmo tempo, figura 11 (SCHMIDT; LYLE, 2010).

Figura 11: Exemplo de Tabela de Combinação de trabalho padronizado.



Fonte: Autor (2013).

O terceiro documento que irá compor o trabalho padronizado é a Planilha de Capacidade de Produção. Esse documento indica a capacidade do maquinário no processo. Deve-se considerar o ciclo do equipamento, isto é, quanto tempo leva para processar cada peça, mas também o fator na paralização planejada durante as mudanças de ferramentas e os tempos de preparação das máquinas. É uma ferramenta útil para a identificação de operações que causam gargalos, figura 12 (SAYER; WILLIANS, 2007).

Figura 12: Exemplo de Planilha de capacidade de Produção.

EXPLOSAÇÃO MATERIAIS - CLIENTE XXXX - ALTO VERÃO 2012									
MODELO XXXX									
DESCRIÇÃO XXXXX									
DISTRIBUIÇÃO CON	CÓD. INTERABIA	DISTRIBUIÇÃO % POR COR	CODIGO PRODUTO XXXXX	TECIDO 01/ REMOIM	TECIDO 02/ REMOIM	TECIDO 03/ REMOIM	TECIDO 04/ REMOIM	TECIDO 05/ REMOIM	
			DESCRIÇÃO PRODUTO XXXX						
			1.500	Moletom	Ribana 2x1	Acab ziper	Fundo Capuz	Vivo	
BRANCO	5314	10%	150	B6	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0
BEGE	75110	10%	150	B6	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0
BORDO	75228		-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAFE	75105		-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CHUMBO	75171	10%	150	B6	9.9	2.5	0.8	0.8	0.0
CINZA	75230		-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CINZA ESCURO	75210	10%	150	B6	9.9	2.5	0.8	0.8	0.0
JEANS (AZUL)	75192		-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LILAS	75256	10%	150	B6	9.9	2.5	0.8	0.8	0.0
MARRON	75252		-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MARRON	75074		-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PALHA	75111	10%	150	B6	9.9	2.5	0.8	0.8	0.0
PETRÓLEO	75159	10%	150	B6	9.9	2.5	0.8	0.8	0.0
PINK	75088		-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PRETO	75135	10%	150	B6	9.9	2.5	0.8	0.8	0.0
ROSA	75232		-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ROSA ESCURO	75022		-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
UVA	75217	10%	150	B6	9.9	2.5	0.8	0.8	0.0
VERDE	75061		-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VERDE CLARO	75097		-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VERDE ESCURO	75257		-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VERMELHO	75214	10%	150	B6	9.9	2.5	0.8	0.8	0.0
VIRHO	75076		-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		100%	1.500	858.12	98.68	19.91	6.32	6.32	0.30

Fonte: Autor (2013).

Liker e Meier (2007, p. 119) apontam que:

A padronização pode ser o maior mal entendido e mais frequentemente mal aplicado de todos os conceitos enxutos. A raiz desse problema pode remontar aos primeiros estudos de Taylor e ao desejo de maximizar os lucros cuidadosamente definindo os elementos de trabalho e responsabilizando os funcionários por sua concretização expondo que (LIKER; MEIER, 2007, p. 119).

2.9.2.3 Kaizen

Kaizen é um termo japonês, formado pelas palavras “kai”, que significa mudança, e “zen”, que significa bom. *Kaizen* transmite a ideia de todas as pessoas melhorando todas as coisas o tempo todo, (MARTIN; OSTERLING, 2007).

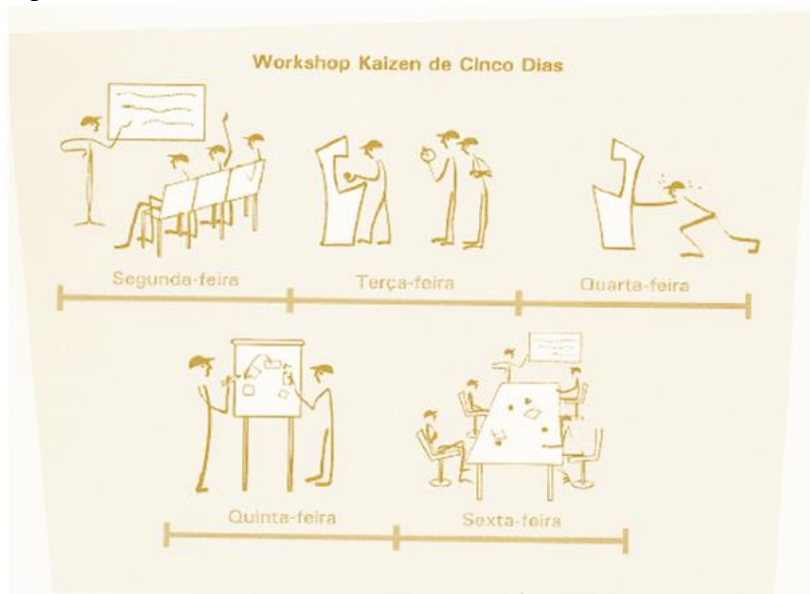
De acordo com Martin e Osterling (2007) significa melhoria, e envolve um conjunto de atividades, no chão de fábrica ou outro local de trabalho, com a intenção de melhorar as operações e o próprio ambiente. Geralmente implica em melhoria que envolve muitas pessoas e com relativamente pouco investimento de recursos.

Segundo Rother e Shook (2003), há dois níveis de *Kaizen*:

- ✓ *Kaizen* de Fluxo: ou de sistema, que enfoca no fluxo de valor, dirigido ao gerenciamento;
- ✓ *Kaizen* de Processo: que enfoca processos individuais, dirigido às equipes de trabalho e líderes de equipe.

Martin e Osterling (2007) expõem que uma forma como o princípio *Kaizen* é implantado nas organizações é através do uso de Eventos *Kaizen* como mecanismo de melhoria estruturado. Esses eventos *Kaizen* costumam ser organizados e realizados durante uma semana e pode ser orientado conforme a figura 13, (LEAN LEXICO, 2008).

Figura 13: Eventos Kaizen.



Fonte: Lean Lexico (2008, p. 41).

2.9.2.4 Heijunka

O termo *Heijunka* significa nivelar ou tornar uniforme. Na maioria das referências a produção enxuta, os significado é de nivelar o *mix* de produtos durante um período específico de tempo com o objetivo de produzir todas as peças todos os dias. O conceito defende a produção em quantidades menores, mais alinhadas com o verdadeiro consumo do cliente (LIKER; MEIER, 2007).

A demanda constantemente em mutação cria muitos problemas no fluxo de valor, ou seja, no alinhamento de recursos com a necessidade sempre mutável. Se as variações de demanda são grandes, são necessários níveis mais altos de estoque para que o ajuste com as oscilações. A capacidade do equipamento é limitada quando a demanda oscila para o lado mais alto e é excessiva quando a demanda está em declínio. A quantidade de recursos será mais alta, normalmente, estabelecida em níveis necessários para atender a maior demanda e em excesso quando a demanda diminui (DENNIS, 2008; MARTIN; OSTERLING, 2007).

Liker e Meier (2007, p. 146) exemplificam:

Na fabricação 50-50 entre a Peça A e a Peça B, é natural tentar obter a maior produção possível fabricando grandes lotes de A, seguidos de grandes lotes de B. Isso é especialmente tentador se levar tempo para troca de fabricação entre a peça A e B. No entanto, a Toyota prefere produzir A, B, A, B... Esse *mix* nivelado fica mais próximo de um fluxo unitário de peças e da demanda do cliente, figura 14 (LIKER; MEIER, 2007, p. 146).

Figura 14: Exemplo de programação da produção Heijunka.

Sequencia de produção sem *Heijunka*



Processo de produção com *Heijunka*



Fonte: Autor (2013).

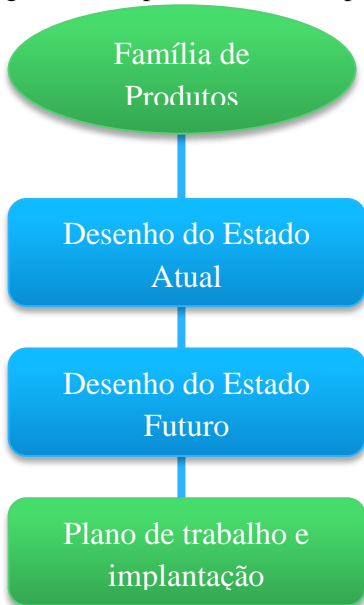
2.9.2.5 Mapeamento de Fluxo de Valor

O Mapeamento de Fluxo de Valor, também conhecido como *Value Streaming Mapping* (VSM), é uma ferramenta simples que auxilia enxergar e entender o fluxo de material e de informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor (toda ação agregando valor ou não) necessário para levar um produto por todos os fluxos essenciais (ROTHER; SHOOK, 2003; SAYER; WILLIAMS, 2007).

O VSM é importante, pois: fornece um fluxo visual completo, tanto de informações como de materiais, dando suporte à tomada de decisão; ele permite a identificação de desperdícios; mostra a relação entre o fluxo de informação e de material e forma a base para um plano de implantação de oportunidades de melhoria (ROTHER; SHOOK, 2003; SCHMIDT; LYLE, 2010).

Rother e Shook (2003) ilustram, conforme a figura 15, as etapas a serem seguidas para um Mapeamento de Fluxo de Valor.

Figura 15: Etapas iniciais do mapeamento do fluxo de valor.

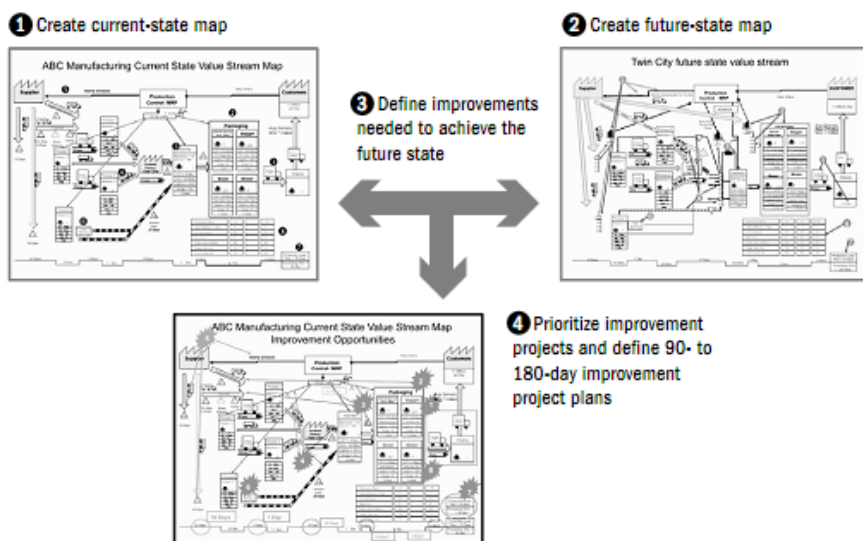


Fonte: Rother e Shook (2003, p. 9).

O mapeamento começa pela definição da família de produtos a partir do consumidor final. Uma família é um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes entre processamento e utilizam equipamentos comuns em seus processos (ROTHER; SHOOK, 2003).

Definida a família de produtos, deve-se andar pelo chão de fábrica, observando o fluxo de valor e coletando informações a fim de desenhar o estado atual por meio de ícones padronizados. Ao desenhar o estado atual, oportunidades de melhorias são identificadas e um desenho do estado futuro deve ser elaborado. Na figura 16 apresenta-se um exemplo de mapeamento de fluxo de valor (SCHMIDT; LYLE, 2010).

Figura 16: Exemplo de Mapeamento de Fluxo de Valor.



Fonte: Schmidt e Lyle (2010, p. 37).

Os ícones utilizados no mapeamento de fluxo são padronizados e ajudam a orientar sua leitura. Podem ser divididos em: ícones de materiais, ícones de informação e ícones gerais. No Apêndice A encontram-se os ícones para uso do Mapeamento de Fluxo de Valor, bem como exemplos de sua construção no estado atual e estado futuro.

Por fim deve-se fazer um plano de implantação de todas as oportunidades de melhorias identificadas no estado atual descrevendo o que fazer para que se atinja o estado futuro desenhado, a fim de reduzir

as ações que não agregam valor, (ROTHER; SHOOK, 2003; SAYER; WILLIAMS, 2010).

2.9.2.6 Fluxo Contínuo

Fluxo Contínuo significa produzir e movimentar um item por vez ao longo do processo de produção, continuamente, sem interrupções ou estoques intermediários. É conhecido também como fluxo de uma peça ou *one-piece-flow*. O fluxo contínuo pode ser conseguido pela utilização de linhas de montagem ou células (LEAN LEXICO, 2008).

Criação de células de produção é a maneira mais tradicional de obter o fluxo contínuo, ela é formada por um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que as etapas do processo ocorrem de forma sequencial, uma peça por vez. O layout físico mais utilizado para uma célula é o formato em “U”, pois entre as diversas vantagens, estão: proximidade entre a entrada e a saída da célula,

2.9.2.7 Troca Rápida de Ferramentas ou SMED (*Single Minute Exchange Die*)

A prática *SMED - Single Minute Exchange Die*, que pode ser traduzida literalmente como Troca de Ferramentas em dígito de minuto único, e também conhecida como Troca Rápida de Ferramentas, é a preparação e ajuste rápido, com tempo de até 9,9 minutos foi desenvolvida por Shigeo Shingo e tornou-se elemento fundamental para o desenvolvimento da produção enxuta (MOURA, 1989).

É extremamente importante para que o nivelamento *Heijunka* funcione. Com a diminuição dos tempos de troca de fabricação, foi possível para a Toyota trabalhar esse conceito (LIKER; MEIER, 2007).

O método, basicamente, preconiza a separação entre as atividades de setup que deve ser realizado enquanto a máquina está parada, sem operação, denominado como setup interno, das atividades de setup que pode ser realizado enquanto a máquina ainda está em funcionamento denominado setup externo (SHINGO, 2008).

Com essa prática a Toyota conseguiu reduzir de horas para minutos, o tempo de setup de suas prensas, ganhando muita flexibilidade para responder ao mercado (LIKER; MEIER, 2007; SHINGO, 2008; OHNO, 2009).

2.9.2.8 *Kanban*

O Kanban também é um dos instrumentos essenciais para a implantação da produção enxuta. Ele é um cartão ou etiqueta de pedido de trabalho, sujeito a circulação repetitiva na área. Diferente das ordens de produção convencionais, o *kanban* sempre acompanha as peças ou materiais, facilitando, desta forma, o controle de estoque no local.

Sua tradução literal é “registro visível” ou “placa visível”, mas também passou a significar “cartão”, (MOURA, 1989).

Moura (1989) aponta outras definições:

- ✓ É um procedimento que utiliza cartões para operar um “sistema de puxar” de controle de material, o qual interliga todas as operações de suprimento a uma linha de montagem final.

- ✓ É um método que reduz o tempo de espera, diminuindo o estoque, melhorando a produtividade e interligando todas as operações em um fluxo uniforme ininterrupto.

- ✓ O principal objetivo: conversão da matéria-prima em produtos acabados, com tempos de espera iguais aos tempos de processamento, eliminando todo o tempo em fila do material e todo o estoque ocioso.

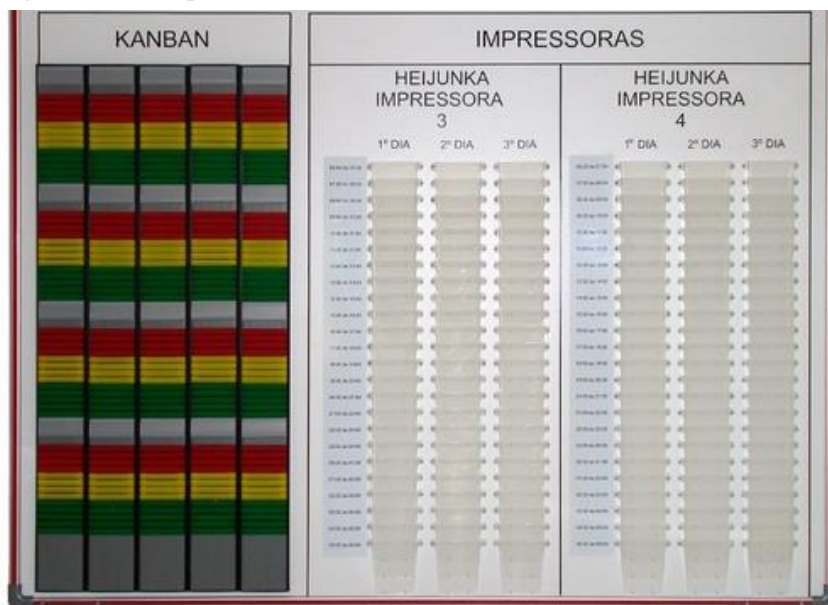
- ✓ É uma técnica de programação em curto intervalo de tempo que usa cartões ou contenedores para acionar o puxar de materiais de um processo para outro.

- ✓ É um método de organização industrial, voltado basicamente para a contenção e a redução de todo o tipo de desperdício nas áreas de produção e de materiais das empresas.

- ✓ É basicamente, um sistema de informação, desenvolvido para coordenar vários departamentos de processo, interligados dentro de uma fábrica.

Na figura 17 um exemplo de *kanban*.

Figura 17: Exemplo de Kanban.



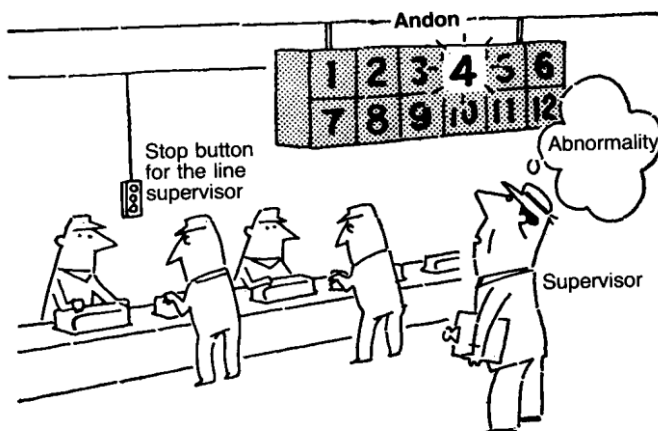
Fonte: <http://www.logismarket.ind.br/isoflex/quadros-kanban>.

A seguir outro importante pilar da produção enxuta, o *Jidoka*.

2.9.2.9 *Jidoka*

De acordo com Liker, (2005) o conceito *Jidoka*, que pode ser traduzido como automação e busca desenvolver métodos que detectem defeitos quando eles ocorrem e automaticamente parar a produção para que alguém possa resolver o problema antes que ele se repita. Na figura 18 um exemplo de um dispositivo assim, chamado *Andon* (LIKER, 2005).

Figura 18: Sistema andon em uma linha de montagem manual. Exemplo de aplicação do pensamento *Jidoka*.



Fonte: Liker (2005, p. 138).

Para Dennis (2008, p. 110):

Altos índices de defeitos provocam paradas frequentes de linha, o que torna o fluxo e o sistema puxado impossíveis. Sistemas *kanban* caem em colapso quando peças defeituosas são expedidas. A produtividade também implode; *lead time* e custos vão às alturas (DENNIS, 2008, p. 110).

2.9.2.10 O método PDCA – Plan/Do/Check/Act

O ciclo de *Deming* foi desenvolvido em meados dos anos de 1930 no *Bell Laboratories* e foi primeiramente utilizado pelas organizações manufatureiras americanas, no entanto os japoneses foram os únicos que realmente incorporaram o conceito proposto por *Deming*, para perseguir o objetivo de eliminar desperdícios, reduzir a variabilidade e aumentar a capacidade produtiva, figura 19 (ISHIZAKA, 2002).

Figura 19: Ciclo de Deming, também conhecido como PDCA.



Fonte: Adaptado de Ishizaka (1999, p. 902).

Rother (2010) descreve como a Toyota incorporou o ciclo de PDCA para reduzir os desperdícios:

- *Plan* significa evitar o desperdício irracional;
- *Do* significa evitar o desperdício inconsciente;
- *Check* significa evitar o desperdício dos resultados, ou de qualidade;
- *Act* indica a vontade, a motivação e a determinação da gestão.

O ciclo de *Deming*, ou PDCA, é citado como elemento básico para sustentar a melhoria contínua (ROTHER, 2010, p. 30).

2.9.2.11 O Método A3

O desenvolvimento do Método A3 está vinculado ao ciclo PDCA. Tem como objetivo abranger em uma folha de papel do tamanho A3 (27,5cm x 42,5cm) os pontos relevantes para se tratar um problema,

organizar uma proposta de melhoria ou outras apresentações. Desenvolve-se na Toyota historicamente por alguns motivos particulares: muitos os relatórios da empresa eram transmitidos globalmente para suas filiais via fax e esse era o tamanho máximo de papel aceito pela máquina; pela reputação da alta direção da empresa, e principalmente de Taiich Ohno, de não ler nenhum relatório com mais de uma página (SHOOK, 2008; SOBEK II; SMALLEY, 2010).

O método objetiva contar uma história com início, meio e fim. São encontrados em formatos diferentes, porém, basicamente contém os seguintes elementos: título, responsável, aprovação, contexto, condições atuais, análise, meta, contramedidas, cronograma de implantação e acompanhamento, figura 20 (SHOOK, 2008; SOBEK II; SMALLEY, 2010).

Figura 20: Modelo de método A3.

O diagrama apresenta o Modelo de método A3, dividido em duas fases principais indicadas por setas horizontais no topo: **Planejar** (à esquerda) e **Executar, Verificar, Agir** (à direita).

O formulário A3 é estruturado da seguinte forma:

- Topo:** Logotipo "mais IRANI" e campos para "Título:", "Responsável:" e "Aprovação".
- Coluna da Esquerda (Planejar):**
 - I. Contexto:** Campo para descrever o contexto.
 - II. Condições atuais:** Campo para descrever as condições atuais.
 - III. Análise:** Campo para a análise detalhada.
 - IV. Meta:** Campo para definir a meta.
- Coluna da Direita (Executar, Verificar, Agir):**
 - V. Contramedidas:** Campo para definir as contramedidas.
 - VI. Cronograma de implantação:** Campo para o cronograma.
 - VII. Acompanhamento:** Campo para o acompanhamento.

Dois fluxos descendentes, representados por setas verdes, indicam a sequência lógica: da análise (III) para a meta (IV), e das contramedidas (V) para o acompanhamento (VII).

Fonte: Autor (2013).

No elemento de Análise geralmente são utilizadas ferramentas para entendimento do problema ou *gap* levantado pelo autor. Algumas delas são: 5 por quês; Diagrama de Ishikawa.

Seu uso também é encontrado em organizações que atuam com a filosofia da produção enxuta, para desdobramento estratégico de metas, tal como o próximo tópico apresentará no método *Hoshin Kanri*.

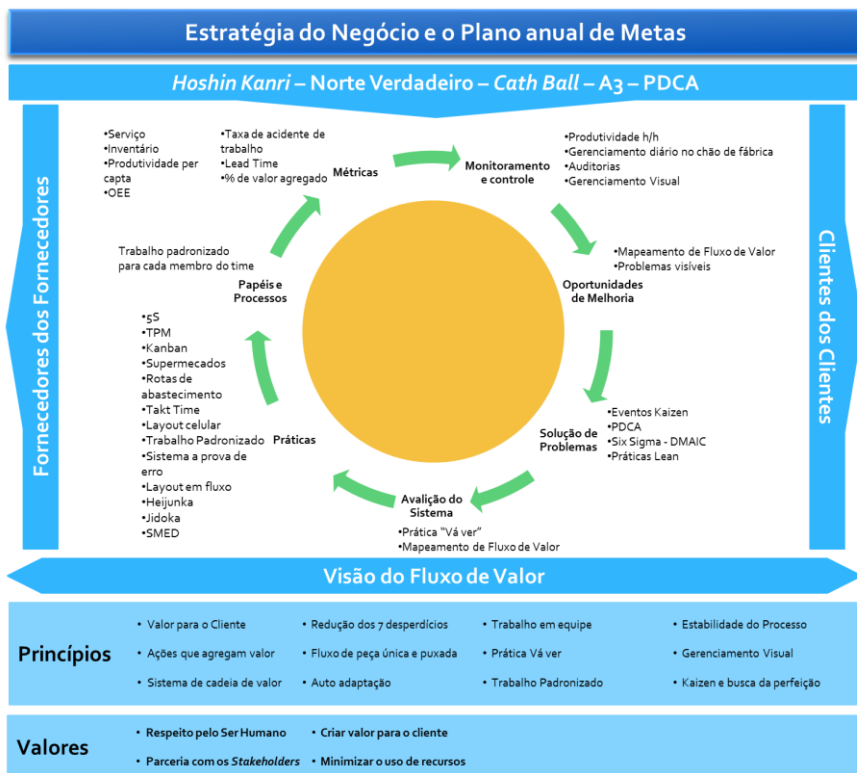
2.9.2.12 *Hoshin Kanri*

Hoshin Kanri, Policy Deployment, Management by Policy, Policy Control, focused planning, strategic quality planning, Hoshin planning, desdobramento das estratégias ou desdobramento das diretrizes são todos termos intercambiáveis para descrever o conceito que, no Brasil, é mais conhecido como gerenciamento pelas diretrizes (CAMPOS, 1996; AKAO, 1997; RAKICH, 2000; TENNANT; ROBERTS, 2001; MAGADI, 2004; DENNIS, 2007).

A palavra *Hoshin* é composta por dois caracteres usados na linguagem japonesa, *ho* significa método ou estrutura, enquanto que *shin* sugere a luz que reflete uma agulha brilhante que marca o caminho ou bússola. Em conjunto, formam a palavra *Hoshin*, que significa um método para estabelecer a direção estratégica e o alinhamento. A palavra *Kanri* pode ser traduzida como gerenciamento ou controle (AKAO, 1997; WITCHER; CHAU, 2007).

Na figura 21 adaptada de Schmidt e Lyle (2010) o *Hoshin* apresenta-se como norte verdadeiro para a estratégia e para a aplicação das ferramentas da produção enxuta.

Figura 21: Hoshin como norteador no Sistema de Gerenciamento da Produção Enxuta.



Fonte: Adaptado de Schmidt e Lyle (2010, p. 32).

Para homogeneizar o entendimento do *Hoshin Kanri* ou gerenciamento pelas diretrizes, é preciso definir também outros conceitos envolvidos. Uma diretriz é composta de uma meta e das medidas prioritárias e suficientes para que se atinja a meta (CAMPOS, 1996, AKAO, 1997). Akao (1997) define uma meta como os resultados esperados, e os meios podem ser definidos como direções para chegar à meta. Em outras palavras, os meios mostram o caminho para se atingir à meta. Por outro lado, um plano de ação pode-se apresentar como um cronograma de atividades. Por exemplo, a 'redução na taxa de rejeição' é uma meta. As especificidades relacionadas à redução são os itens de ação. Os meios mostram a maneira de descobrir e eliminar as fraquezas dos

processos que causam as rejeições. Por exemplo, um meio pode ser a ‘análise do processo’ ou a ‘promoção da padronização’.

Outro conceito importante que deve ser explicado por ser um dos pilares do *Hoshin Kanri* é o processo *catchball*. O objetivo desse processo é prevenir a sub-otimização ou otimização local em detrimento do desempenho global. O *catchball* representa uma discussão em três direções, de cima para baixo, de baixo para cima e horizontalmente, entre departamentos. Este processo de discussão traduz as metas em ações realizáveis para cada nível da organização (AKAO, 1997).

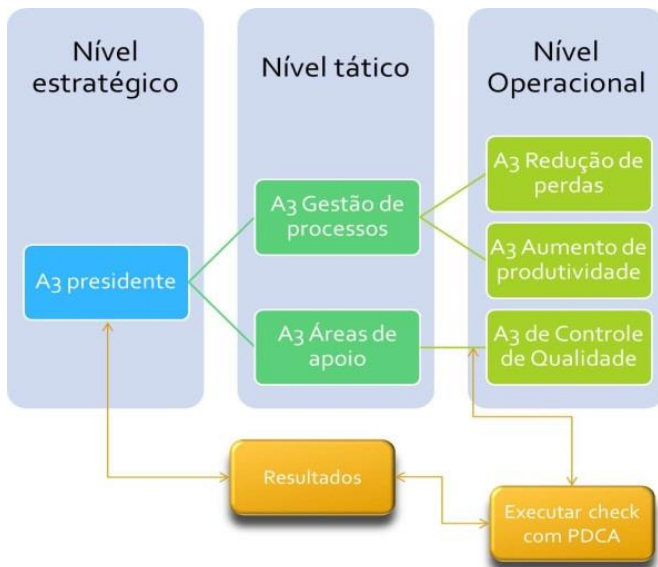
A desconexão dos objetivos da alta administração com o gerenciamento do dia-a-dia nos níveis operacionais é sugerida por vários autores como uma das maiores dificuldades dentro de uma organização. Apesar dos sofisticados processos de planejamento utilizados, em muitas organizações, o que é planejado, no final, resulta ser diferente ao que é realizado.

Neste aspecto, como já comentado, o *Hoshin Kanri* se apresenta como uma estrutura para combater esta falha (WITCHER; BUTTERWORTH, 1999).

O *Hoshin Kanri* possibilita o gerenciamento das estratégias através dos distintos níveis da empresa e através das diferentes funções hierárquicas, possibilitando a união dos esforços de toda a organização para alcançar objetivos-chave para o negócio (WITCHER; BUTTERWORTH, 2001). O princípio fundamental sobre o qual descansa o *Hoshin Kanri* é que cada empregado da organização, sem importar sua atividade ou hierarquia, deve incorporar na sua rotina uma contribuição para o cumprimento das prioridades-chave para o sucesso da companhia (WITCHER; CHAU, 2007).

Alguns dos pontos essenciais do *Hoshin Kanri*, segundo Akao (1997) são: as diretrizes anuais, estabelecimento das diretrizes de qualidade, converter as diretrizes metodológicas em diretrizes objetivas (compostas por metas, objetivos e prioridades estratégicas) e por último o desdobramento *top-down* e *bottom-up* (de cima para baixo e de baixo para cima). Através da aplicação geral do ciclo de melhoria contínua PDCA e o método A3, se desdobram os objetivos através de toda a organização, para produzir o alinhamento de todos seus níveis, figura 22 (BOHAN, 2008).

Figura 22: Modelo Hoshin Kanri utilizando o método A3.



Fonte: Adaptado Bohan (2008, p. 81).

No próximo tópico apresenta-se outra ferramenta relevante para a gestão das práticas da Produção Enxuta, a Responsabilização Diária.

2.9.2.13 Responsabilização diária

A ferramenta de Responsabilização Diária, de acordo com Mann (2010) é um processo de verificação de atendimento de desempenho realizado através de reuniões em diferentes níveis hierárquicos. Geralmente aplicam-se reuniões em três níveis hierárquicos, e essas são comumente realizadas no início dos turnos de trabalho. Os níveis de reuniões geralmente são organizados dessa forma (MANN, 2010):

- ✓ A de primeiro nível (primeiro, porque tipicamente acontece no início do turno) é a reunião breve do líder de equipe de produção com os membros da equipe.
- ✓ A segunda é a reunião do supervisor com seus líderes de equipe e quaisquer representantes do grupo de apoio designados.
- ✓ A reunião de terceiro nível é a reunião do gerente de fluxo de valor ou equivalente com seus supervisores e representantes do grupo de apoio ou membros do staff.

✓ Um quarto nível é possível quando o gerente de fábrica se reúne com seus membros de staff de apoio ou produção.

Cada uma das reuniões compartilha das seguintes características: brevidade, raramente de mais de 15 minutos; realizada com todos de pé; geralmente no chão de produção ou imediatamente próximo a ele; e agenda e conteúdo definido e acompanhado por um painel de gerenciamento visual do desempenho (MANN, 2010), exemplo na figura 23.

Figura 93: Exemplo de Reunião de Responsabilização Diária de 2o nível.



Fonte: Autor (2013).

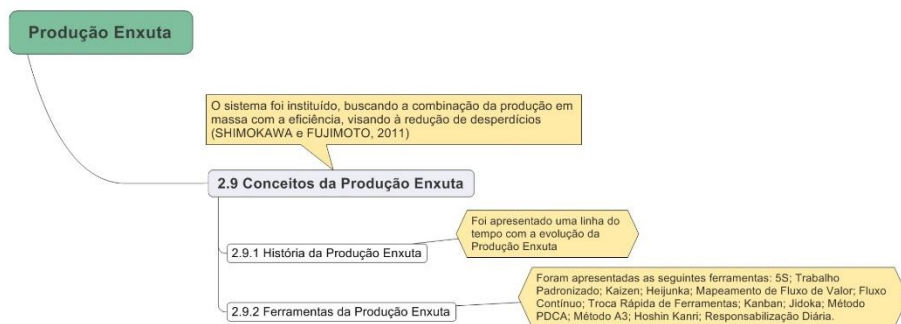
Por reforçar o foco no processo e acionar melhorias, a responsabilização diária tende a criar maior capacidade para melhoria, gerando movimentos de disciplina e redundância de check de desempenho, envolvendo e alinhando os vários níveis hierárquicos da organização (MANN, 2010).

2.10 SÍNTESE DOS TÓPICOS RELACIONADOS À PRODUÇÃO ENXUTA

Tal como realizado para o tema Ergonomia, apresenta-se uma síntese em formato de Mapa Mental sobre o Tópico Produção Enxuta. Nessa etapa da fundamentação teórica buscou-se apresentar os conhecimentos técnicos dessa filosofia de gestão que suportam

diretamente o objetivo desse trabalho. Pôde-se identificar que a Produção Enxuta desenvolveu ao longo de sua existência, muitas práticas, porém, conforme exposto pelos autores aqui dispostos, suas aplicações dependem do contexto no qual se pretende aplicar e da forma de uso. Em seguida, na figura 24, um resumo utilizando a característica de mapa mental do conceito explicitado nesse capítulo.

Figura 24: Produção enxuta



Fonte: Autor (2013).

O próximo tópico aborda o resultado de pesquisa de estudos voltados ao relacionamento da Ergonomia com a Produção Enxuta.

2.11 A ERGONOMIA E A PRODUÇÃO ENXUTA

A relação entre a Ergonomia e a Produção Enxuta, de acordo com os estudos e as interpretações realizadas pelo pesquisador, podem apresentar três contextos diferentes:

- O contexto da Produção Enxuta, com seus autores, citando a Ergonomia como um componente a ser considerado no seu sistema;
 - O contexto da Ergonomia, com seus autores, avaliando as possíveis consequências do desenvolvimento da Produção Enxuta em ambientes industriais na saúde do trabalhador;
 - E o contexto de conceitos e práticas comuns aos dois temas.
- Quando tanto autores da Ergonomia quanto da Produção Enxuta, ainda que sem uma conexão direta em suas publicações, remetem conhecimentos e práticas semelhantes para buscar objetivos comuns.

2.11.1 Contexto da Produção Enxuta citando a Ergonomia

Ao descreverem um dos conceitos básicos da Produção Enxuta Shimokawa e Fujimoto (2010, p. 175) argumentam “Em síntese, trate os funcionários como seres humanos e com consideração. Construa um sistema que permita eles expressar suas competências por completo, por conta própria”. Nessa sentença os autores expressam a importância do ser humano estar trabalhando utilizando suas competências, objetivo também buscado pela ergonomia que busca reduzir as tarefas monótonas que podem ser prejudiciais aos trabalhadores.

Womack e Jones (2004, p. 249) relatam um caso onde a Toyota buscou esforços para entender melhor seu cenário relacionado à ergonomia:

Mais recentemente, na fábrica reformada de Motomachi, relançada em 1994, a Toyota tratou um ponto fraco essencial de seu sistema: a incapacidade de avaliar o nível real de esforço humano envolvido em cada tarefa de produção, e não apenas sua viabilidade dentro de um determinado tempo de ciclo. Ao pedir às equipes de trabalho que determinassem precisamente o volume de fadiga e estresse causado por movimento e, em seguida, resumir isso por tarefa, a Toyota, pela primeira vez, pode falar objetivamente do nível de esforço necessário. Em contrapartida, isso permite que a empresa realize tarefas comparáveis (ou ajuste o nível de esforço para os operários mais idosos ou com problemas físicos) e responda a críticas que alegavam frequentemente que a Toyota (e o Sistema de Produção da Toyota mais genericamente) exige um ritmo sobre-humano dos operários. Se níveis aceitáveis de estresse e fadiga são detectados, a equipe de trabalho submete as atividades ao *kaizen*, a fim de reprojetar tarefas e desenvolver mecanismos simples de auxílio ao operador (WOMACK; JONES, 2004, p. 249).

Nesse caso foi possível observar um exemplo de aplicação de estudo, ação de melhoria da condição ergonômica e de padronização de futuras ações através do *Kaizen*.

Ohno (2009, p. 33), preocupado com a segurança do trabalho argumenta:

Todo método disponível para diminuir a hora de trabalho de modo a reduzir o custo, evidentemente deve ser buscado com empenho; mas nunca devemos esquecer que a segurança é a base de todas as nossas atividades. Há momentos em que atividades de melhorias não se justificam em detrimento da segurança. Em tais casos observa-se de outro modo o propósito da operação. Nunca devemos ficar satisfeitos com a inatividade. Questione e redefina seu objetivo para obter o progresso.

O autor Dennis (2008, p. 26) relata que enquanto Gerente da Toyota Canadá em 1996, Eiji Toyoda¹⁸ fez uma visita na planta e quis visitar o centro de saúde daquela unidade e logo em seguida fez os seguintes questionamentos para Dennis:

Quantas pessoas eram atendidas no centro de saúde por dia? Quais eram os ferimentos mais comuns? Quais são os seus problemas de longa duração mais comuns? O que vocês estão fazendo a respeito? (DENNIS, 2008, p. 26)

Nessa citação é possível inferir sobre a preocupação do presidente da Toyota com seus trabalhadores e com a intenção de passar para seus liderados que também a tenham.

Também Dennis (2008) ao apresentar os elementos da Produção Enxuta enfoca o trabalhador como o centro das atividades, destacando a importância de sua atuação participativa e da segurança relacionada à suas tarefas.

¹⁸ Eiji Toyoda: ex-presidente da Toyota Motors Corporation. Foi a figura mais influente no crescimento e no desenvolvimento da companhia durante as seis primeiras décadas de suas atividades no setor automotivo (SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011).

2.11.2 Contexto da Ergonomia avaliando as possíveis consequências da Produção Enxuta nos trabalhadores

Os autores Anderson-Connolly *et al.* (2002) em seu estudo em uma companhia de manufatura americana examinaram a relação entre a transformação de um ambiente de trabalho voltada para a Produção Enxuta e o bem estar dos empregados nos âmbitos da saúde psicológicos e física. A principal conclusão apontada pelos autores é de que as mudanças providas no ambiente de trabalho podem ser acompanhadas de fatores estressantes a saúde do trabalhador, porém, a inclusão da Produção Enxuta no modelo de gestão mostrou-se potencialmente um modo mais humanizado de se trabalhar.

Walder, Karlin e Kerk (2007) no estudo da relação entre o pensamento enxuto e a ergonomia apontam algumas considerações:

- ✓ Manter a ergonomia próxima dos conceitos da produção enxuta ajuda a assegurar que a companhia não está removendo os desperdícios produtivos através da criação de sobrecargas para seus trabalhadores;

- ✓ Para a ergonomia acompanhar a produção enxuta é importante que tenha indicadores posicionados próximos da estratégia e que suas contramedidas sejam propostas com pensamento sistêmico;

- ✓ A ergonomia interpreta um papel significante dentro dos objetivos da Produção Enxuta através da redução de desperdícios ligados a redução de movimentação e na redução de erros (melhorando a qualidade);

- ✓ A ergonomia é importante para a Produção Enxuta, tanto quanto a Produção Enxuta é para a Ergonomia.

No estudo de Spithoven (2011) sobre o efeito da implantação da Produção Enxuta em empresas holandesas a partir da década de 1980 nos índices relacionados à saúde dos trabalhadores, apontou que o novo sistema contribuiu para o crescimento do número de problemas para os trabalhadores.

Yauch (2007) em seu estudo voltado para o entendimento de times de trabalho nas organizações e o impacto nos fatores abordados pela ergonomia organizacional, cita os grupos utilizados pela Produção Enxuta, tais como Kaizen. A autora expõe os pontos positivos: autonomia, aprendizado, melhora do *feedback*, desenvolvimento de novas habilidades e outros. Como pontos negativos, a autora destaca: possível sobrecarga de trabalho, aumento da pressão por resultado, conflitos excessivos. Por fim, conclui que a formação de times de trabalho tem potenciais com impactos mais positivos do que negativos, contanto que

sua condução considere os aspectos cognitivos e organizacionais dos trabalhadores.

Conti *et al.* (2006) aponta em seu estudo de análise do impacto da implantação da Produção Enxuta sobre o stress físico e psicológico de trabalhadores da indústria do Reino Unido, que a interpretação das variáveis de tempo de implantação e níveis de maturidade no uso do sistema são fundamentais para determinar o índice nos trabalhadores.

Biazzo e Panizzolo (2000) na avaliação da percepção dos trabalhadores da organização do trabalho no ambiente com a Produção Enxuta afirmam que para o claro entendimento das interpretações é fundamental uma imersão do pesquisador no ambiente.

Womack, Armstrong e Liker (2009) no estudo que avaliou o projeto de postos de trabalho, na indústria automobilística, com enfoque na Produção Enxuta e os seus riscos para DORT, sugerem que não necessariamente o direcionamento para essa postura de projeto aumenta o risco. Os autores expõem também que o foco contínuo na eliminação de desperdícios preconizados pela Produção Enxuta pode aumentar a exposição à repetição, porém, o aumento da qualidade dos produtos pode atenuar esse risco. Na planta pesquisada que tem a Produção Enxuta implantada, no período dos anos 2000 e 2006, a redução do registro de DORT foi de 19%.

2.11.3 Conceitos e objetivos semelhantes entre a Ergonomia e a Produção Enxuta

No desenvolvimento desse tópico buscou-se levantar nas literaturas relacionadas à Ergonomia e à Produção Enxuta conceitos, práticas e objetivos que pudessem ser comuns aos dois temas. Para apresentá-los, esses foram concentrados nos seguintes subtópicos: organização do trabalho, ambientes físicos, layouts e equipamentos. As premissas são apresentadas em formato de quadro, apontando sempre na 1ª coluna os conceitos preconizados pela ergonomia e na 2ª coluna o ponto de vista da Produção Enxuta.

2.11.3.1 Organização do trabalho

No que tange a organização do trabalho as premissas comuns encontradas pelo autor foram: estratégia de resolução de problemas, orientações para balanceamento da produção, orientações para realização de feedbacks e comunicação dentro da empresa, desenvolvimento do aprendizado técnico, desenvolvimento de múltiplas habilidades ou

polivalência e organização do ambiente de trabalho. Essas premissas são apresentadas nos quadros, 7, 8, 9, 10, 11 e 12.

Quadro 7: Conceitos comuns para Resolução de Problemas.

Resolução de Problemas	
Ergonomia	Produção Enxuta
<ul style="list-style-type: none"> • Resolver problemas do dia a dia do trabalho envolvendo os trabalhadores; • Envolver os trabalhadores nas melhorias de projetos de suas próprias estações de trabalho; • Consultar os trabalhadores quando houver mudanças na produção e quando melhorias forem necessárias para um ambiente mais seguro e eficiente. • Criar grupos de trabalho, cada qual responsável por um problema e pelos seus resultados. • Melhorar atividades que são difíceis e desconfortáveis para os trabalhadores com intuito de aumentar a produtividade no longo prazo. • Encorajar a participação de homens e mulheres na procura e implementações por oportunidades de melhorias no trabalho. 	<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilização diária: é um elemento fundamental do sistema de gerenciamento da produção enxuta. Resume-se em reuniões de níveis hierárquicos diferentes que visam designar quais melhorias devem ser trabalhadas de acordo com o líder e agenda datas para que as ações aconteçam (MANN, 2010). • Relatório A3 para resolução de problemas: relatório concentrado em uma folha de papel tamanho A3 que resume o uso do método PDCA. Recomenda-se que seja confeccionado por no mínimo 2 pessoas, (SHOOK, 2008; SOBEK II e SMALLEY, 2010). • Kaizen: De acordo com Martin e Osterling (2007) significa melhoria contínua, e é realizado por um grupo de pessoas, no chão de fábrica ou outro local de trabalho, com a intenção de melhorar as operações e o próprio ambiente.
<ul style="list-style-type: none"> • Autores da Ergonomia que dissertam sobre o tema: • (ILO e IEA, 2010, p. 228, 232, 234, 248, 250, 262); • (DARSES e REUZEAU, 2007, p. 350); • (MAGGI, 2006, p. 117); • (SELL, 2002, p. 437). 	

Fonte: Autor (2013).

É possível identificar que tanto a Ergonomia quanto a Produção Enxuta se preocupam com a inclusão dos trabalhadores na resolução de problemas que os afetam e que fazem parte de sua rotina. Na visão do

autor, a Produção Enxuta contribui para as intenções da ergonomia quando apresenta e sugere o uso de métodos para realização das práticas, tais como a Responsabilização diária, Método A3 e Kaizens.

Quadro 8: Balanceamento da Produção.

Balanceamento da Produção	
Ergonomia	Produção Enxuta
<ul style="list-style-type: none"> • Consultar os trabalhadores para construir melhorias na programação de horário de trabalho. • Desenvolver um pequeno estoque, supermercado, entre uma estação de trabalho e outra. 	<ul style="list-style-type: none"> • Heijunka: nivelar a produção afim de que se produza com maior frequência possível o maior número de itens, flexibilizando a produção, reduzindo estoques e evitando superproduções, (LIKER, 2007; MARTIN; OSTERLING, 2007).
<ul style="list-style-type: none"> • Autores da Ergonomia que dissertam sobre o tema: • (ILO e IEA, 2010, p. 230, 232); • (ABRAHÃO, <i>et al.</i>, 2009, p. 52). 	<ul style="list-style-type: none"> • Kanban: É basicamente, um sistema de informação, desenvolvido para coordenar vários departamentos de processo, interligados dentro de uma fábrica. Como produto de seu uso, cria estoques entre processos que apoiam o andamento do fluxo do processo, (MOURA, 1989).

Fonte: Autor (2013).

Com relação à forma de balanceamento da produção, também há uma convergência de definições e preconizações. Novamente a ergonomia sugerindo a participação dos trabalhadores na construção de sua agenda produtiva e propondo estoques amortecedores entre processos, e de forma alinhada, a Produção Enxuta com métodos para operacionalizar o balanceamento da produção, *Heijunka* e *Kanban*.

Quadro 9: Feedback de Desempenho e Comunicação.

Feedback de Desempenho e Comunicação	
Ergonomia	Produção Enxuta
<ul style="list-style-type: none"> • Informar e reconhecer os trabalhadores através de feedbacks sobre seu trabalho e resultados. • Prover oportunidades para fácil comunicação. 	<ul style="list-style-type: none"> • TWI (Training Withing Industry) – Feedback instantâneo: é uma das características do modelo de treinamento TWI, com o instrutor ao lado do trabalhador praticando feedback constante sobre a qualidade do trabalho, (LIKER; MEIER, 2008). • Comunicação através de Controles Visuais: o propósito dos controles visuais é de focar no entendimento do andamento do processo, para que todas as pessoas interessadas possam saber no momento desejado como está o atendimento de seu trabalho frente ao planejado, (MANN, 2010).
<ul style="list-style-type: none"> • Autores da Ergonomia que dissertam sobre o tema: • (ILO e IEA, 2010, p. 236, 244); • (DESNOYERS, 2007, p. 69); • (KARSENTY e LACOSTE, 2007, p. 204). 	

Fonte: Autor (2013).

No que diz respeito aos temas de feedback e comunicação, tanto a ergonomia quanto a Produção Enxuta ressaltam as suas relevâncias para a organização. A ergonomia indicando que é importante informar e reconhecer os trabalhadores através de feedback e a produção enxuta recomendando um método para se fazer, o TWI. Quanto à comunicação, a ergonomia aponta a sua significância para o trabalhador e a produção enxuta sugere a prática de uso dos controles visuais, que visam estabelecer um canal de fácil acesso sobre o andamento do trabalho.

Quadro 10: Desenvolvimento do Aprendizado Técnico.

Desenvolvimento do Aprendizado Técnico	
Ergonomia	Produção Enxuta
<ul style="list-style-type: none"> • Treinar os trabalhadores para assumir responsabilidades e dar a eles meios para realizar melhorias em suas funções. • Treinar os trabalhadores para realização das atividades de forma segura e eficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • TWI (Training Withing Industry) – o programa de treinamento dentro da indústria desenvolvido nos Estados Unidos durante a 2ª Guerra Mundial foi adotado e adaptado pela Toyota. Contempla quatro módulos básicos: a instrução de trabalho, os métodos de trabalho, as relações de trabalho e o desenvolvimento de programas (LIKER e MEIER, 2008).
<ul style="list-style-type: none"> • Autores da Ergonomia que dissertam sobre o tema: • (ILO; IEA, 2010, p. 238, 240); • (SELL, 2002, p. 114). • (ABRAHÃO, <i>et al.</i>, 2009, 232). 	

Fonte: Autor (2013).

Quanto ao tema de desenvolvimento do aprendizado técnico, por um lado a ergonomia recomendando o treinamento dos trabalhadores para realizar melhorias em suas funções, prestar suas atividades de forma segura e eficiente, a produção enxuta, por outro, sugerindo um método para se desenvolver o trabalhador, o TWI.

Quadro 11: Desenvolvimento de Múltiplas habilidades - Polivalência.

Desenvolvimento de Múltiplas habilidades - Polivalência	
Ergonomia	Produção Enxuta
<ul style="list-style-type: none"> • Considerar as preferências e habilidades dos trabalhadores para designar as atividades e prover oportunidades de aprendizado de novas habilidades. • Combinar tarefas para tornar o trabalho mais interessante e variado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plano para cada pessoa/Matriz de Polivalência: um plano e cronograma de treinamento e desenvolvimento para cada trabalhador, com as competências necessárias e o nível de conhecimento em cada uma delas (LEAN LEXICO, 2008). • Layout Celular: layout de um posto de trabalho no formato da letra U que abrange mais do que uma atividade, e geralmente, mais de um equipamento, enriquecendo a atividade do trabalhador e trabalhando no fluxo de peça-a-peça (LEAN LEXICO, 2008).
<p>• Autores da Ergonomia que dissertam sobre o tema:</p> <ul style="list-style-type: none"> • (ILO; IEA, 2010, p. 246, 252); • (KROEMER; GRANDJEAN, 2005, p. 200). 	

Fonte: Autor (2013).

Sobre o desenvolvimento de múltiplas habilidades, ou polivalência, a ergonomia sugere à organização do trabalho, considerar as preferências e habilidades dos trabalhadores, aprendizado de novas habilidades e a combinação de tarefas para tornar o trabalho mais interessante. Pelo lado da produção enxuta, recomenda-se o uso de duas práticas para desenvolver esses temas, a Matriz de Polivalência e o Layout Celular.

Quadro 12: Organização do Ambiente de Trabalho.

Organização do Ambiente de Trabalho	
Ergonomia	Produção Enxuta
<ul style="list-style-type: none"> • Prover um lugar para cada ferramenta. • Inspeccionar e manter as ferramentas prontas para uso regularmente. • Manter o escritório de trabalho em boa organização para aumentar a eficiência e o conforto das pessoas que usam a área. • Atribuir responsabilidades diárias de limpeza e organização. 	<ul style="list-style-type: none"> • 5S: senso de seleção, senso de organização, senso de limpeza, senso de padronização, senso de disciplina (LEAN LEXICO, 2008).
<ul style="list-style-type: none"> • Autores da Ergonomia que dissertam sobre o tema: • (ILO; IEA, 2010, p. 58, 60, 170, 256). 	

Fonte: Autor (2013).

No tema Organização do ambiente de trabalho a ergonomia preconiza a gestão organizada e limpa de ambientes e ferramentais, e para operacionalizar essa condição, a produção enxuta recomenda o uso da ferramenta 5S.

No próximo tópico serão apresentadas as relações entre a ergonomia e a produção enxuta no que diz respeito ao ambiente físico, layout e equipamentos.

2.11.3.2 Ambiente físico, layout e equipamentos

Às relações encontradas sobre os temas ambientes físicos, layout e equipamentos foram: Antropometria, movimentação e alcances; controle e gerenciamento visual; e dispositivos a prova de erro. Essas são apresentadas nos quadros 13, 14 e 15.

Quadro 13: Antropometria, Movimentação e Alcances.

Antropometria, Movimentação e Alcances	
Ergonomia	Produção Enxuta
<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar o layout de trabalho para que a necessidade de movimentação de materiais seja minimizada • Usar estantes ou prateleiras perto da área de trabalho, a fim de minimizar o transporte manual de materiais. • Certifique-se que o trabalhador pode ver e alcançar todos os controles, ferramentas e materiais confortavelmente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desperdício de Transporte ou transferência: movimentação de trabalho em processo de um local para o outro. Movimentação de materiais, peças, produtos em processo ou acabados (LIKER; MEIER, 2007). • Desperdícios de Deslocamentos desnecessários: qualquer movimento que os funcionários têm que fazer que não seja para agregar valor a peça, tais como localizar, procurar ou empilhar peças, ferramentas, etc. Além disso, longas caminhadas também são desperdícios. (LIKER; MEIER, 2007).
<ul style="list-style-type: none"> • Autores da Ergonomia que dissertam sobre o tema: • (ILO; IEA, 2010, p. 10, 16, 74). • (BARNES, 1977, p. 167); • (KROEMER e GRANDJEAN, 2005, p. 80); • (SELL, 2002, p. 161); • (ABRAHÃO, <i>et al.</i>, 2009, p. 111). • (LAVILLE, 1977, p. 53). 	

Fonte: Autor (2013).

A ergonomia sugere a melhoria do layout de trabalho para que a necessidade de movimentação de matérias seja minimizada, que sejam utilizadas prateleiras ou estantes pertos da área de trabalho, e que os alcances de controles, ferramentas e materiais sejam confortáveis ao trabalhador. Pela ótica da produção enxuta, essas atividades quando desorganizadas, ou que geram sobrecarga ao trabalhador, são consideradas desperdícios, dessa forma, objetiva-se minimizá-los, pois, além de ser potencial causa de patologias aos trabalhadores, são ineficientes do ponto de vista produtivo.

Quadro 14: Controle e Gerenciamento Visual.

Controle e Gerenciamento Visual	
Ergonomia	Produção Enxuta
<ul style="list-style-type: none"> • Usar marcas ou cores em displays para ajudar os trabalhadores entenderem o que fazer. • Fazer etiquetas e sinais fáceis de ver, de ler e de entender pelos trabalhadores. • Usar sinais de alertas que os trabalhadores entendam facilmente e corretamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciamento Visual: permite que as pessoas vejam exatamente o que está acontecendo e respondam às demandas necessárias rapidamente. Um dos métodos de gerenciamento visual é conhecido como Andon. Trata-se de um sinal visual e ou sonoro que alerta os trabalhadores sobre determinado desvio em algum determinado lugar do processo (SAYER; WILLIAMS, 2007).
<ul style="list-style-type: none"> • Autores da Ergonomia que dissertam sobre o tema: • (ILO; IEA, 2010, p. 84, 88, 90); • (KROEMER e GRANDJEAN, 2005, p. 139); • (SELL, 2002, p. 145); • (ABRAHÃO, <i>et al.</i>, 2009, p. 150). • (LAVILLE, 1977, p. 20). 	

Fonte: Autor (2013).

No que diz respeito ao controle e gerenciamento visual tanto a ergonomia quanto a produção enxuta recomendam o uso racional de dispositivos visuais que permitam que os trabalhadores vejam exatamente o que está acontecendo e respondam as demandas necessárias rapidamente. Pela ótica da ergonomia, é relevante considerar todas as recomendações relacionadas à cognição humana na interpretação dessas informações visuais. Isso é válido e potencializa o objetivo da produção enxuta de resposta rápida e correta frente a demanda que se apresentar.

Quadro 15: Dispositivos a Prova de Erro.

Dispositivos a Prova de Erro	
Ergonomia	Produção Enxuta
<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver controles a prova de operação incorreta. • Fazer controles diferentes fáceis de se distinguir entre eles. • Localizar os controles na sequência de operação. • Usar expectativas usuais para os movimentos dos controles. • Usar peças, acessórios para tornar a operação estável, segura e eficiente. • Usar barreiras de bloqueio para tornar impossível o acesso dos trabalhadores a pontos perigosos quando a máquina está em operação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Poka Yoke: Baseia-se na filosofia de que as pessoas não cometem erros ou fazem o trabalho de modo incorreto intencionalmente, mas, por diversas razões, os erros podem ocorrer e realmente ocorrem. No modelo da Produção Enxuta, parte-se da suposição de que um erro é uma falha do sistema e dos métodos usados para desempenhar a atividade (LIKER; MEIER, 2007).
<ul style="list-style-type: none"> • Autores da Ergonomia que dissertam sobre o tema: • (ILO; IEA, 2010, p. 100, 92, 78, 76, 72, 32); • (KROEMER e GRANDJEAN, 2005, p. 127); • (SELL, 2002, p. 145); 	

Fonte: Autor (2013).

Conceitualmente, a Ergonomia pautada em suas preconizações quanto ao desenvolvimento de dispositivos que observem as características cognitivas do trabalhador recomenda: desenvolver controles à prova de operação incorreta, desenvolver controles diferentes e fáceis de distinguir, localizar controles na sequência de sua operação, usar expectativas visuais para os movimentos dos controles e usar barreiras de bloqueio que tornem impossível o acesso dos trabalhadores a pontos que ofereçam risco a sua saúde. Atendendo a esses objetivos e também ao de tornar a operação mais eficiente, a produção enxuta tem em seu portfólio de ferramentas o método Poka-Yoke.

A seguir são apresentados os procedimentos para construção do modelo aqui proposto.

3 PROCEDIMENTOS DO ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresenta os procedimentos que foram adotados para desenvolvimento do modelo e de sua aplicação em um estudo de caso. Contempla a caracterização do estudo e caracterização da empresa na qual a proposta do modelo apoiou-se para sua construção.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

As etapas para sua construção foram:

- 1) Levantamento de informações sobre as características de negócio da empresa, tais como: tipos de produtos que ela produz, os volumes expedidos e organograma;
- 2) Desenvolvimento de um fluxograma do processo produtivo da empresa;
- 3) Caracterização da gestão da ergonomia na empresa até o início do estudo;
- 4) Levantamento estatístico sobre informações de saúde: absenteísmo e atestados de trabalho.

Para a construção do modelo de gestão aqui proposto, utilizaram-se as seguintes definições como suporte:

- O modelo científico pode ser caracterizado como uma representação lógica, um conjunto de mecanismos virtuais que permite a representação de um fenômeno. São utilizados para representar os conhecimentos científicos obtidos através da experimentação ou observação dos fenômenos da natureza, bem como de produtos e processos. O modelo qualitativo pode ser elaborado com base em construções conceituais já existentes e a partir de descrições perceptivas pesquisador sob o ambiente estudado. O modelo aqui proposto também se caracteriza como diagrama, o qual é formado por um fluxograma de sequência das representações (FOUREZ, 1998).

De acordo com Assen, Berg e Pietersma (2010, p. VII):

Os modelos de gestão destinam-se a resolver problemas e desafios de negócios e podem propiciar uma nova maneira de ver uma situação que resulte em uma mudança positiva. Podem ser aplicados de forma estratégica, tática ou operacional: alguns são ferramentas de solução de problemas, desenvolvidas para aumentar a eficiência e a eficácia; a maioria foi criada para

resolver problemas específicos decorrentes também de situações específicas (ASSEN; BERG; PIETERSMA, 2010, p. VII).

De acordo com Darses, Falzon e Munduteguy (2007, p. 155-156):

Um modelo é uma estrutura abstrata, genérica, cuja aplicação a um contexto particular permite construir uma representação dos comportamentos dos operadores numa situação de trabalho, e permitindo agir sobre essa situação. É do maior interesse para o ergonomista fazer uso de modelos, pois, pode acelerar consideravelmente a análise (DARSES; FALZON; MUNDUTEGUY, 2007, p. 155-156).

Ainda para esses autores, o modelo é um recurso para o ergonomista, útil em situações complexas como aquelas que a ergonomia trata, pois permitem destacar os fatores considerados cruciais em cada situação.

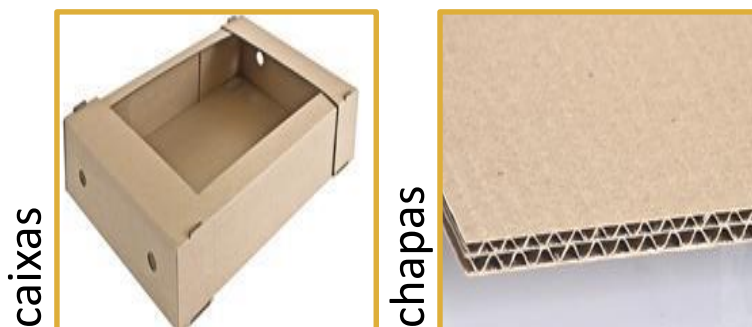
3.2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA EMPRESA BASE PARA DESENVOLVIMENTO DO MODELO PROPOSTO

A empresa na qual o modelo se baseou pertence ao ramo de Papelão Ondulado e está situada no oeste do estado de Santa Catarina. Seus produtos são:

- ✓ Caixas de papelão ondulado (tipos): caixa maleta ou normal, caixa corte vinco e caixa *hard system*, figura 35;

- ✓ Chapas de papelão ondulado: chapas de papelão ondulado que são vendidas para convertedores de caixas de menor porte e baixo volume de venda, figura 25.

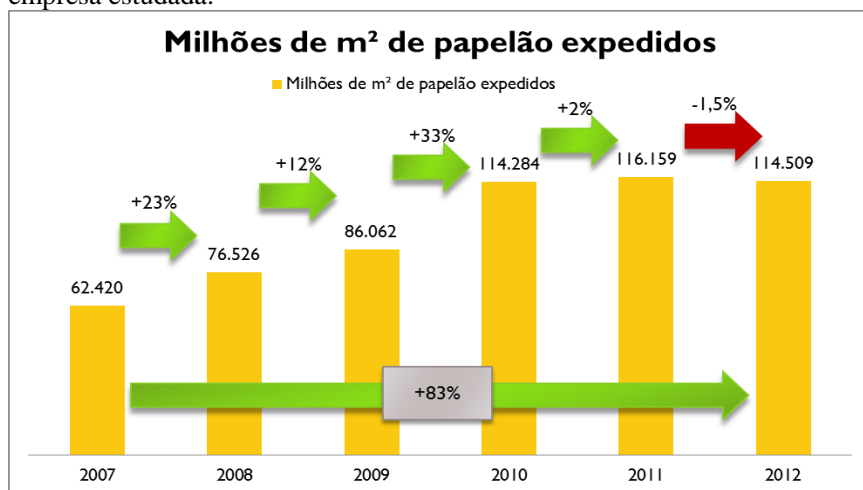
Figura 25: Exemplos de Produtos Produzidos pela empresa estudada.



Fonte: Autor com bases nas informações da Empresa (2013).

A empresa atua no ramo há aproximadamente 10 anos e é a quarta maior no Brasil em termos de volume de venda. Na figura 26, é apresentado o desempenho de vendas em milhões de metros quadrados de papelão expedidos entre os anos de 2007 e 2012, período de estudo para essa tese.

Figura 26: Gráfico de desempenho de vendas de papelão ondulado da empresa estudada.

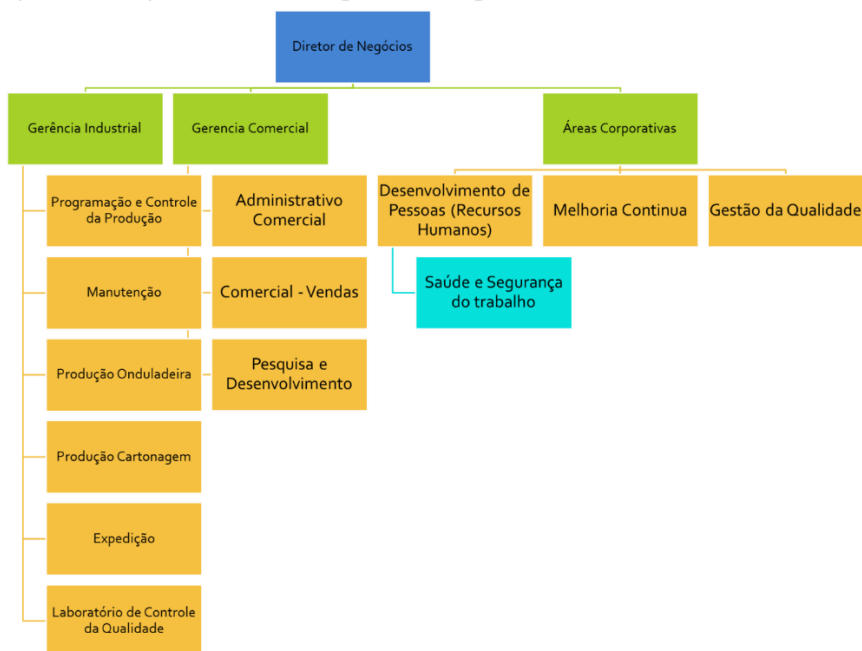


Fonte: Autor com bases nas informações da Empresa (2013).

Quanto ao desempenho de vendas da empresa, observa-se um incremento de 83% na comparação entre os anos de 2007 com 2009. Também é possível inferir que de 2010 até 2012 os volumes se estabilizaram.

A empresa possui aproximadamente 320 funcionários e se organiza hierarquicamente, de forma macro, conforme apresentado na figura 27.

Figura 27: Organização Hierárquica da Empresa Estudada.



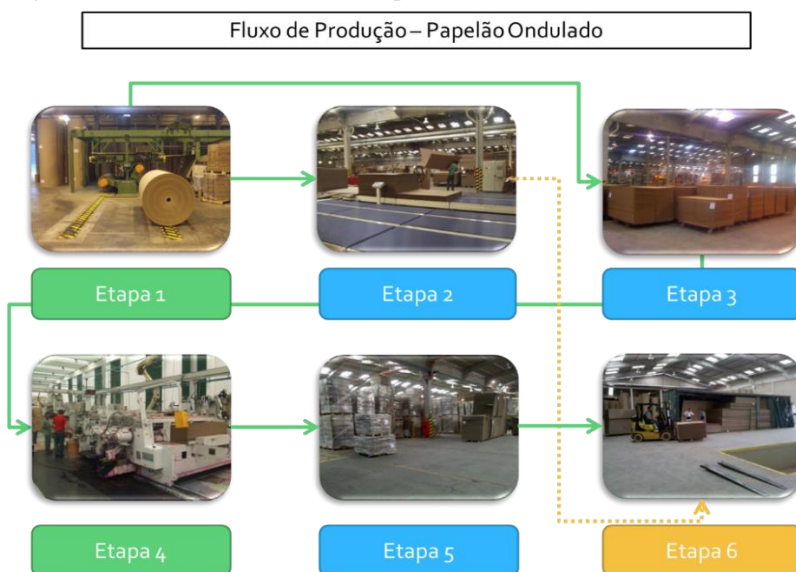
Fonte: Autor com bases nas informações da Empresa (2013).

Possui um diretor de negócios que é responsável pelas gerências industrial, comercial e de melhoria contínua. Sob a responsabilidade da gestão industrial estão as áreas de programação e controle da produção, manutenção, produção Onduladeira, produção Cartonagem, Expedição e Laboratório de Controle da Qualidade. Na gestão comercial estão as áreas administrativa comercial, comercial vendas e pesquisa e desenvolvimento. As áreas corporativas mais ligadas à rotina da empresa são a de desenvolvimento de pessoas e ligada a ela a de Saúde e Segurança do Trabalho, Melhoria Contínua, que é responsável pela implantação da

Produção Enxuta na empresa, e a área de gestão da qualidade, responsável pelas certificações.

Seu fluxo produtivo inicia-se com a conversão do papel em chapas de papelão ondulado realizado na máquina Onduladeira (Etapa 1). Caso o produto produzido seja uma chapa para comercialização, ele seguirá diretamente para a expedição (Etapa 2), para a conversão em caixas as chapas são direcionadas para um estoque intermediário (Etapa 3). Do estoque intermediário as chapas seguem para a conversão em caixas nas impressoras, onde passarão pelo processo de impressão das informações e dos entalhes e cortes solicitados pelo cliente (Etapa 4). Em seguida o produto vai para o armazenamento na expedição (Etapa 5), onde aguarda para ser carregado nos caminhões e transportado até o cliente (Etapa 6), figura 28.

Figura 28: Fluxo de Produção - Papelão Ondulado.



Fonte: Autor com bases nas informações da Empresa (2013).

Na área de Saúde e Segurança estão concentrados os seguintes profissionais: Médico do Trabalho, Engenheiro de Segurança, Técnicos de Segurança, Técnicos de Enfermagem, Fonoaudióloga e um Ergonomista.

As principais práticas de gestão da empresa divididas por áreas podem ser observadas na figura 29:

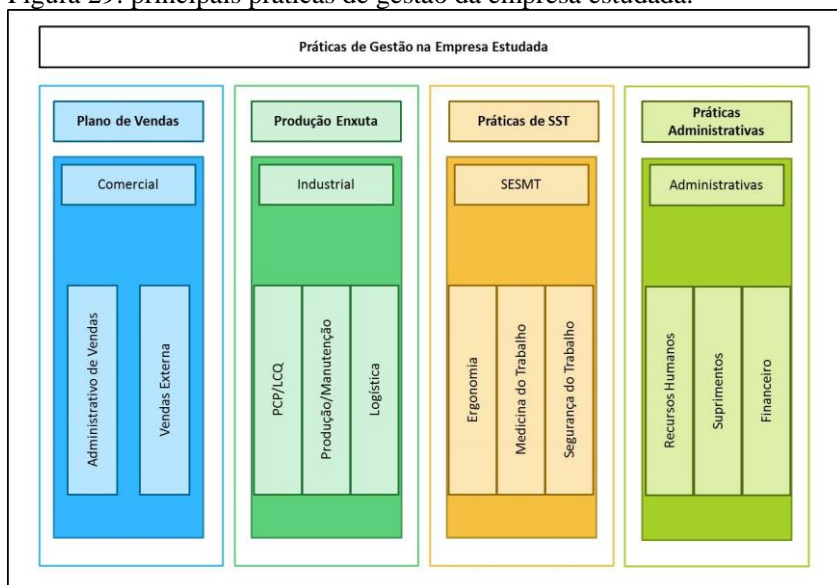
✓ **Área Comercial:** que na empresa estudada se subdivide em uma área administrativa e outra de vendas externas tem como principal prática de gestão o seu plano anual de vendas. Ao findar de cada ano a área comercial desenvolve um plano de vendas mensal para o ano seguinte e que ao longo dos meses de execução pode passar por ajustes.

✓ **Área Industrial:** tem como principal prática de gestão a Produção Enxuta. Na empresa as subáreas industriais mais relevantes são: planejamento e controle da produção (PCP), laboratório de controle de qualidade (LCQ), produção e manutenção e logística.

✓ **Área do Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT):** as principais práticas desse setor são as relacionadas a legislação, tais como: Programa de Controle de Medicina e Saúde Ocupacional (PCMSO), Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) e a Gestão da Ergonomia (prévio a sugestão do modelo aqui proposto, será descrito a seguir no tópico 3.2.1).

✓ **Áreas Administrativas:** as principais áreas administrativas da empresa são as de recursos humanos, com as práticas de contratação e treinamentos; suprimentos com suas práticas de gestão de fornecedores; e a financeira, com suas práticas de gestão financeira.

Figura 29: principais práticas de gestão da empresa estudada.



Fonte: Autor com base nas informações fornecidas pela empresa (2013).

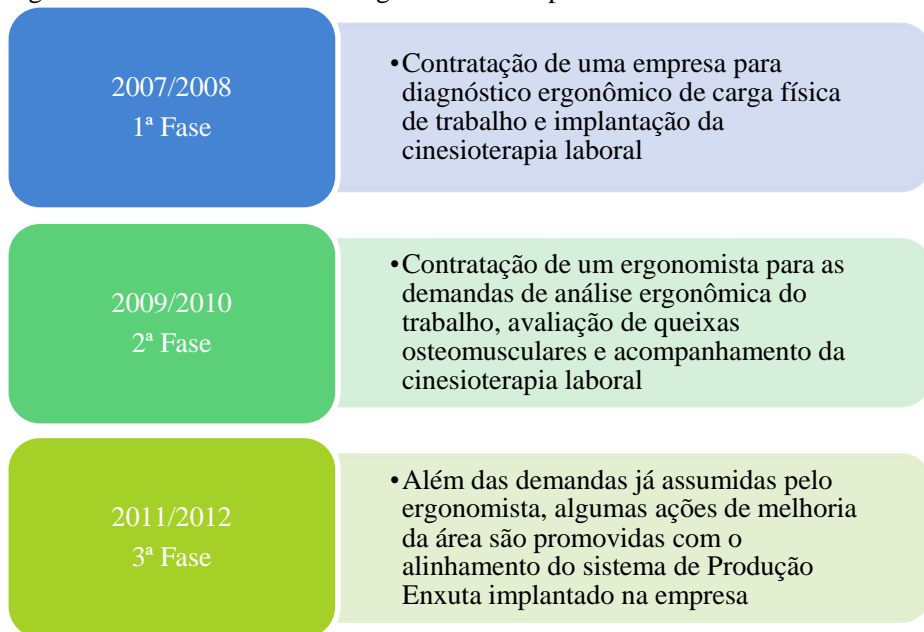
Conforme apresentado pela figura 29, cada área tem suas práticas, essas se relacionam, mas não tem uma conexão direta e integrada, como por exemplo, entre as áreas industriais e o SESMT. Cada uma tem suas ações e os seus objetivos.

O tópico a seguir apresenta o histórico e as práticas de gestão da ergonomia na empresa estudada bem como o acompanhamento paralelo durante os anos de desenvolvimento do indicador absenteísmo, mais especificamente àqueles causados por atestados.

3.2.1 Gestão da ergonomia na empresa estudada

A empresa objeto desse estudo de caso tem em seu desenvolvimento em relação à Ergonomia, práticas similares aos programas de gestão da ergonomia apresentados no tópico 2.7. A presença do conceito de ergonomia inicia-se em 2007 com a contratação de uma empresa para realização de cinesioterapia laboral e de um diagnóstico ergonômico de fatores de exposição à carga física de trabalho. Naquele momento o setor de Saúde e Segurança da empresa buscava formas de atenuar o nível de exposição dos trabalhadores à carga física de trabalho e o número de atestados relacionados a essa carga. Essa fase vai até o final de 2008. De 2009 até 2010, a empresa contrata um ergonomista para atuar com as demandas de análise ergonômica, avaliação de queixas osteomusculares e acompanhamento da cinesioterapia laboral. Em 2011 até o final de 2012 inicia-se uma terceira fase da ergonomia, com algumas iniciativas de alinhamento de sua gestão com o sistema de Produção Enxuta implantado na empresa, figura 30.

Figura 30: Fases da Gestão da Ergonomia na empresa estudada.

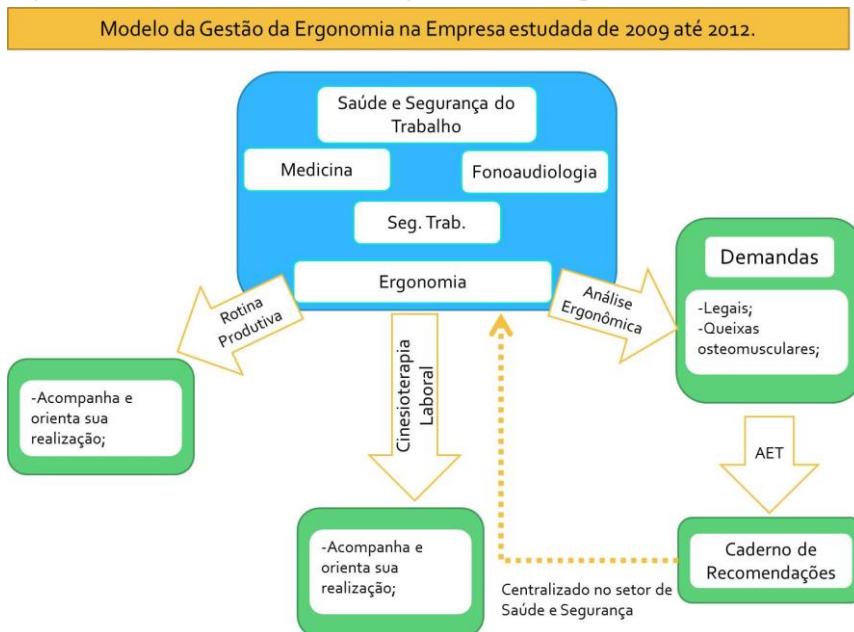


Fonte: Autor com base nas informações fornecidas pela empresa (2013).

O modelo de gestão da ergonomia nessa empresa foi desenhado pelo pesquisador, enquanto atuante nessa área, e organizacionalmente é pautado em três frentes de trabalho, figura 31:

- Análise Ergonômica do Trabalho: através de demandas legais ou queixas osteomusculares;
- Gestão da Cinesioterapia Laboral;
- Acompanhamento da Rotina produtiva: realizando orientações de comportamento postural e riscos de acidente de trabalho nas realizações das atividades produtivas.

Figura 31: Modelo da Gestão da Ergonomia na Empresa estudada.



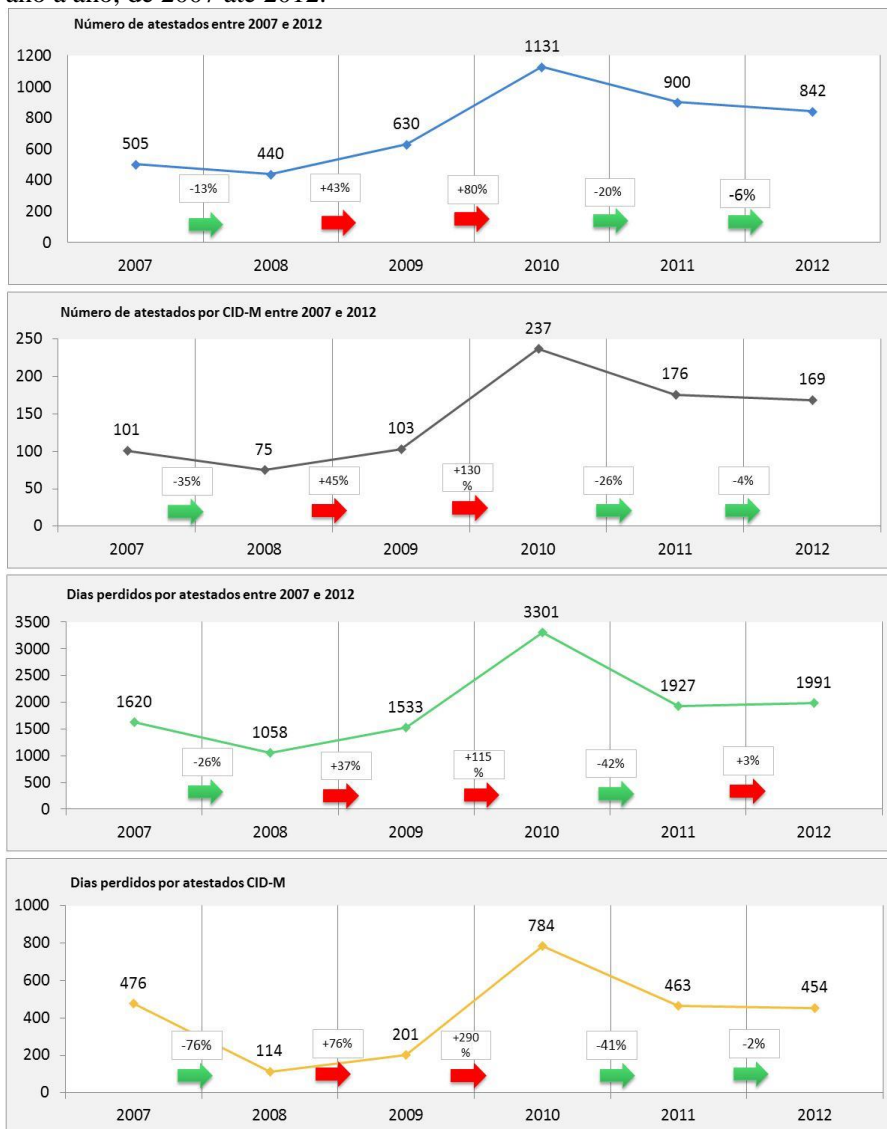
Fonte: Autor com base nas informações fornecidas pela empresa (2013).

A gestão da ergonomia na empresa, desde 2007, acompanha o indicador de atestados com Classificação Internacional de Doenças iniciados pela letra M (CID M) que podem estar correlacionados a sobrecarga física de seus postos de trabalho. No próximo tópico são apresentadas mais informações sobre esses indicadores.

3.2.1.1 Acompanhamento do indicador de atestados por CID M

A seguir são apresentados os gráficos de comparativo de desempenho envolvendo as seguintes variáveis: número de atestados, número de atestados com CID M, número de dias perdidos por atestados e número de dias perdidos por atestados com CID M. Para tal, consideraram-se duas formas de analisar as informações, uma com o desempenho ano a ano (2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012), figuras 32 e 33, e outra com o desempenho pelas fases de gestão com a Ergonomia (2007/2008; 2009/2010; 2011/2012), figuras 34 e 35.

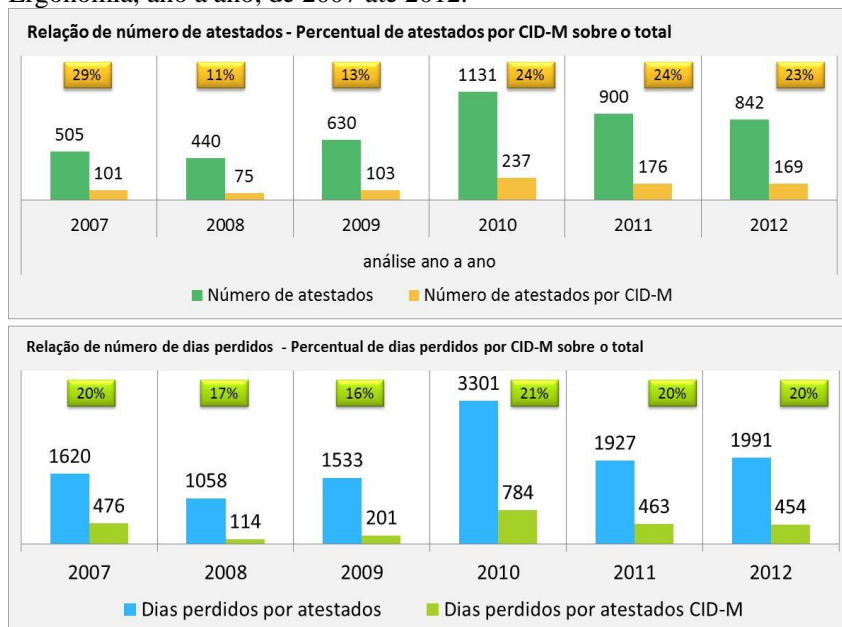
Figura 32: Análises gráficas de atestados feito pela gestão da Ergonomia, ano a ano, de 2007 até 2012.



Fonte: Autor (2013).

É possível perceber uma redução em todos os gráficos de 2007 para 2008, porém, a partir de 2009 os números sobem novamente e em 2012 praticamente retorna aos índices de 2007.

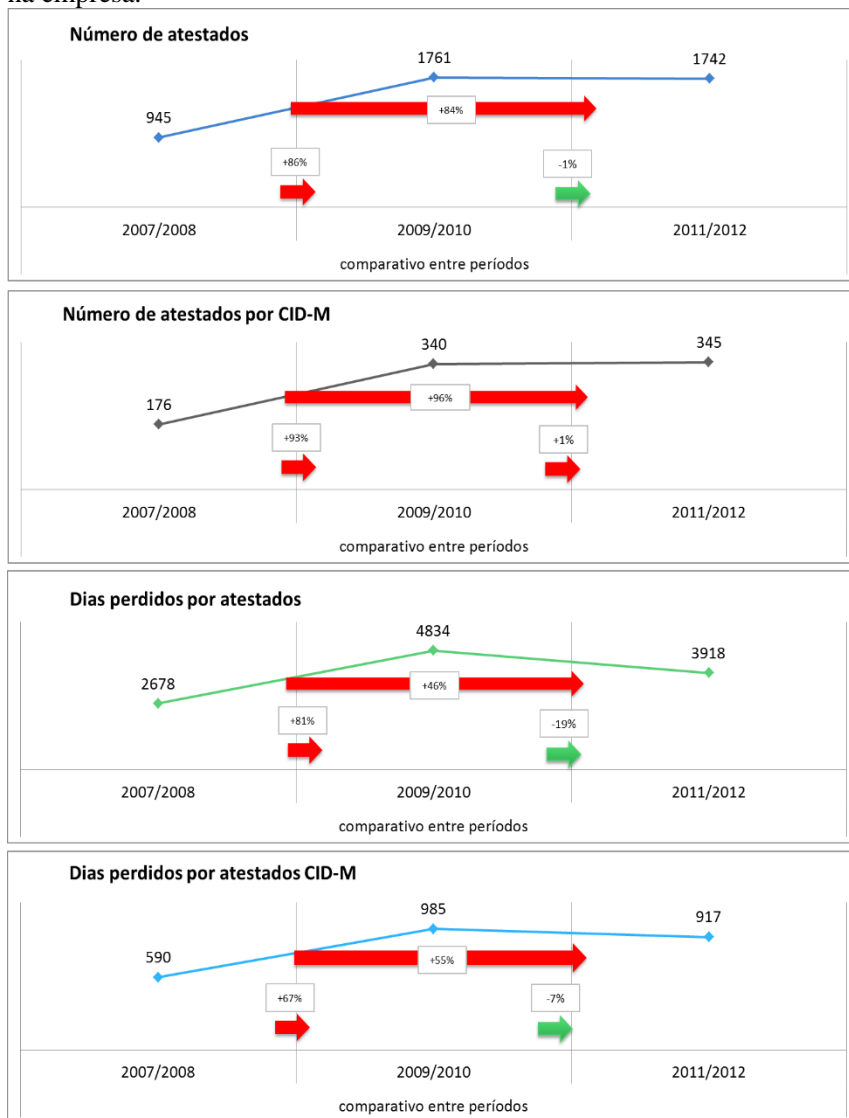
Figura 3310: Análises gráficas de atestados feito pela gestão da Ergonomia, ano a ano, de 2007 até 2012.



Fonte: Autor (2013).

Ao inferir sobre os gráficos da figura 32, é possível avaliar que os anos de 2008 e 2009 são os de menor participação percentual dos atestados e dias perdidos por CID-M, e que nos outros anos esse percentual apresenta-se próximo a 20%.

Figura 34: Análises gráficas de atestados por fase de gestão da Ergonomia na empresa.

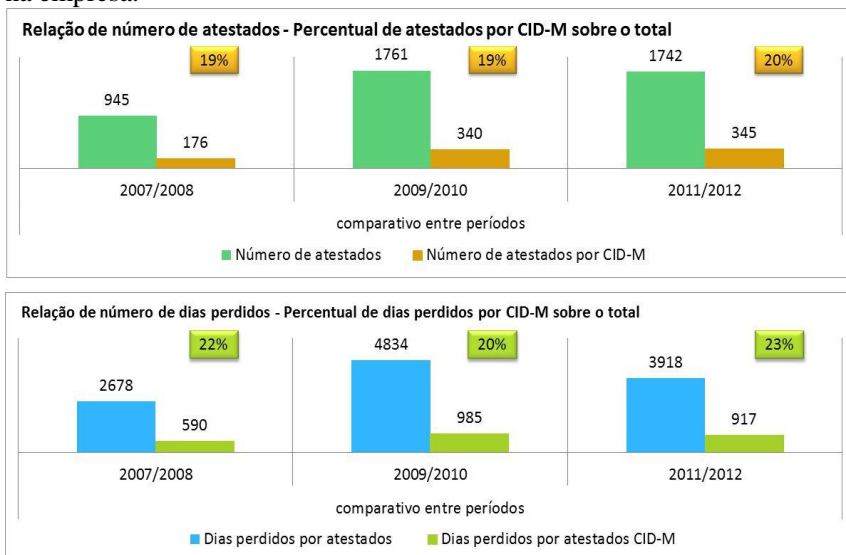


Fonte: Autor (2013).

Ao avaliar as informações dos gráficos de atestados e dias perdidos pelos três períodos, é possível notar uma elevação acima de 67% do

primeiro período para o segundo, e uma tendência de queda para o terceiro.

Figura 35: Análises gráficas de atestados por fase de gestão da Ergonomia na empresa.



Fonte: Autor (2013).

No que diz respeito à relação percentual de atestados e dias perdidos vista por períodos, é possível inferir que a mesma se mantém próxima a 20%.

Frente a esses dados, pode-se afirmar que existe certa instabilidade tanto na quantidade de atestados, quanto nos dias perdidos, seja na ótica ano a ano, ou na de períodos. De acordo com Drury (2001) e DUL e NEUMANN (2009) tal comportamento, que num primeiro momento, frente a um movimento intenso de prevenção da sobrecarga física, com ações voltadas diretamente aos trabalhadores, tal como a cinesioterapia laboral, os resultados de 2007 para 2008 foram positivos, porém sem que as ações da Ergonomia fossem inseridas no contexto e na atuação sistêmica e estratégica da empresa, esses resultados não se sustentaram nos períodos seguintes.

No próximo capítulo é apresentado o modelo proposto por essa tese.

4 PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO DA ERGONOMIA NA EMPRESA COM PRODUÇÃO ENXUTA - ERGOPRO

Com base nas pesquisas bibliográficas realizadas pelo autor e por sua vivência profissional nessa empresa, percebeu-se a oportunidade de integração do modelo de gestão da Ergonomia na empresa ao Modelo da Produção Enxuta. O modelo proposto é formado por premissas e por sua representação gráfica. A seguir são apresentados detalhes das premissas e da operacionalização do modelo.

4.1 PREMISSAS DO MODELO

A principal premissa para que o modelo funcione é de que a Ergonomia deve se tornar um tema estratégico para a empresa (JOSEPH, 2003; RENNER; OLIVEIRA; GUIMARÃES, 2006; KERR, *et al.*, 2008; DUL; NEUMANN, 2009). Para que isso aconteça são preconizadas quatro outras premissas: de que a ergonomia deve ter métricas, essas métricas devem ser monitoradas e controladas, no caso de desvio deverão ser desenvolvidas ações de melhorias e ações de solução de problemas devem se seguir. Com o intuito de direcionar, orientar a atuação e envolver todos os níveis hierárquicos da organização todas elas são divididas em três níveis: estratégico, tático e operacional, quadro 16.

Quadro 16: Premissas para o Modelo.

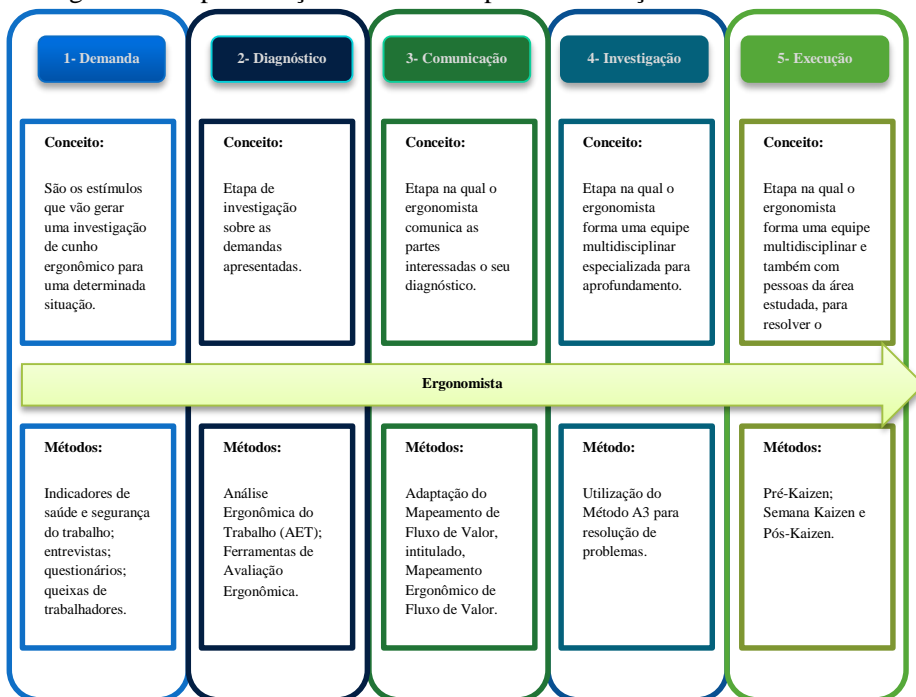
Premissas para o Modelo de Gestão da Ergonomia na Empresa com Produção Enxuta
<p>1 – Métricas: Preconiza-se a gestão de indicadores influenciados por riscos ergonômicos em todos os níveis hierárquicos. As métricas preconizadas devem metas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Nível estratégico: Número de Absenteísmo mês a mês. Número de Acidentes de Trabalho com e sem afastamento. ○ Nível Tático: Número de Absenteísmo mês a mês. Número de atestados com CID's M mês a mês, por setor. Número de Acidentes de Trabalho com afastamento, sem afastamento e número de ocorrências leves. ○ Nível Operacional: Número de Absenteísmo mês a mês. Número de Acidentes de Trabalho com afastamento, sem afastamento e número de ocorrências leves.
<p>2 – Monitoramento e Controle: com as métricas determinadas são estabelecidas rotinas de gestão delas em todos os níveis hierárquicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Nível Estratégico: Reunião Mensal entre diretores e presidente para monitoramento dos indicadores e alocação de recursos para melhorias. ○ Nível Tático: Reunião Mensal entre diretor e gerentes para monitoramento dos indicadores e alocação de recursos para melhorias. ○ Nível Operacional: Reunião Mensal entre gerente, outros líderes e operação para apresentação dos indicadores e comentários sobre desempenhos fora do objetivado. <i>Reuniões da CIPA:</i> apresentação dos indicadores. Reuniões de contabilidade diária dos setores.
<p>3 – Desenvolvimento de oportunidades de melhorias: com base no desempenho dos indicadores, análises prevencionistas e/ou ações de melhorias propostas pelo SESMT ou áreas operacionais, preconiza-se que os níveis hierárquicos ajam assim:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Nível Estratégico: direcionar equipes para análise de projetos de investimentos que visem mitigar os riscos. ○ Nível Tático: gerenciar e direcionar equipes para análise de projetos de investimentos que visem mitigar os riscos. ○ Nível Operacional: <i>Ergonomista:</i> baseado em métodos qualitativos e quantitativos, realizar análises ergonômicas. <i>Sesmt:</i> elencar oportunidades de melhoria e apoiar. <i>Operação:</i> Elencar oportunidades de melhorias.
<p>4 – Solução de Problemas: frente aos diagnósticos realizados orientam-se as seguintes ações para cada nível hierárquico:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Nível Estratégico: Direcionar investimentos para projetos que objetivem a mitigação dos riscos ergonômicos ○ Nível Tático: Gerenciar projetos de melhorias, Liderar Semanas Kaizen com ações voltadas à redução de riscos ergonômicos. Estimular o uso do Método A3 para mitigar riscos ergonômicos. ○ Nível Operacional: Participar de Semanas Kaizen e usar método A3 para resolução de problemas de riscos ergonômicos.

Fonte: Autor (2013).

A seguir a representação gráfica do modelo, figura 36.

4.2 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA OPERACIONALIZAÇÃO DO MODELO – ERGOPRO

Figura 36: Representação Gráfica da Operacionalização do Modelo.



Fonte: Autor (2013).

Nessa representação gráfica quer se demonstrar que o modelo se subdivide em 5 etapas. Essas devem ser seguidas tal como a sequência apresentada, da esquerda para a direita, partindo da Demanda até a Execução. Em cada etapa são apresentados o conceito e os métodos que farão parte da sua execução.

A operacionalização do Modelo se dá sob a responsabilidade do Ergonomista. É ele quem se responsabilizará por buscar informações e por articular ações com as outras áreas da empresa. A seguir explica-se como ele deve proceder em cada etapa.

1- Demanda: nessa etapa o Ergonomista através do acompanhamento de indicadores de saúde, de sua aproximação com os trabalhadores e possível coleta de queixas e/ou orientações estratégicas, deverá elencar seu foco de atuação.

2- Diagnóstico: nessa etapa o Ergonomista vai a campo e inicia a investigação sobre as demandas apresentadas. É importante, e aqui se recomenda, o uso do método de Análise Ergonômica do Trabalho, associado, às Ferramentas de Avaliação Ergonômica. Eles darão sustentação para o diagnóstico ergonômico da situação.

3- Comunicação: uma vez tendo o diagnóstico ergonômico da situação, o Ergonomista comunica para as partes interessadas seus achados. Nessa etapa ele vai utilizar uma ferramenta utilizada pela Produção Enxuta, o Mapeamento de Fluxo de Valor, que nesse modelo proposto se denomina Mapeamento Ergonômico do Fluxo de Valor.

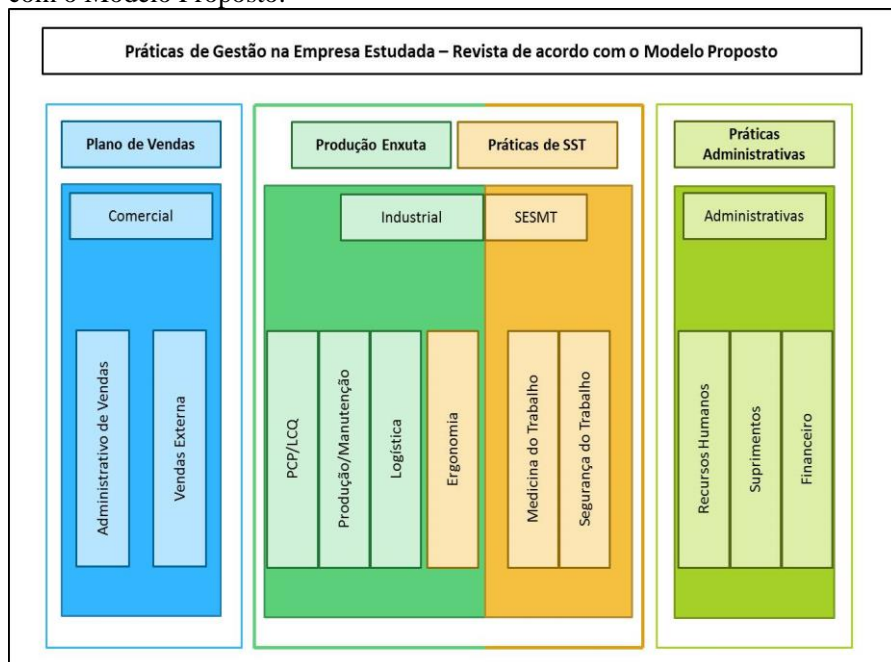
4- Investigação: nessa etapa o Ergonomista se associa a uma equipe multidisciplinar para fazer um aprofundamento no entendimento da situação investigada. Aqui se propõe o uso do Método A3 para resolução de problemas.

5- Execução: para executar as ações propostas no Método A3 o Ergonomista deverá conduzir uma Semana Kaizen. Essa, contará com uma equipe multidisciplinar e pessoas da área estudada. Procede a Semana Kaizen, o Pré-Kaizen, e logo após o seu término, faz-se um acompanhamento no Pós-Kaizen.

Uma vez instituído a prática de uso do modelo, ele se torna objeto de toda ação relacionada à ergonomia.

O modelo aqui proposto se insere no desenho das práticas de gestão da empresa conforme apresentado na figura 37.

Figura 37: Práticas de Gestão na Empresa Estudada - Revista de acordo com o Modelo Proposto.



Fonte: Autor (2013).

Ao confrontar a figura 37 com a figura 29, que apresentou as principais práticas de gestão da empresa, deseja-se ressaltar a integração da Ergonomia junto as práticas da Produção Enxuta. Ainda que esteja vinculada organizacionalmente a área de Saúde e Segurança da empresa, ela está alinhada a uma prática de gestão relevante a empresa.

A seguir apresenta-se um exemplo de aplicação do modelo proposto.

4.3 EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Com intuito de exemplificar a aplicação do modelo aqui proposto, a seguir apresenta-se o caso de seu uso no setor Grampeadeira. As informações foram fornecidas pela empresa.

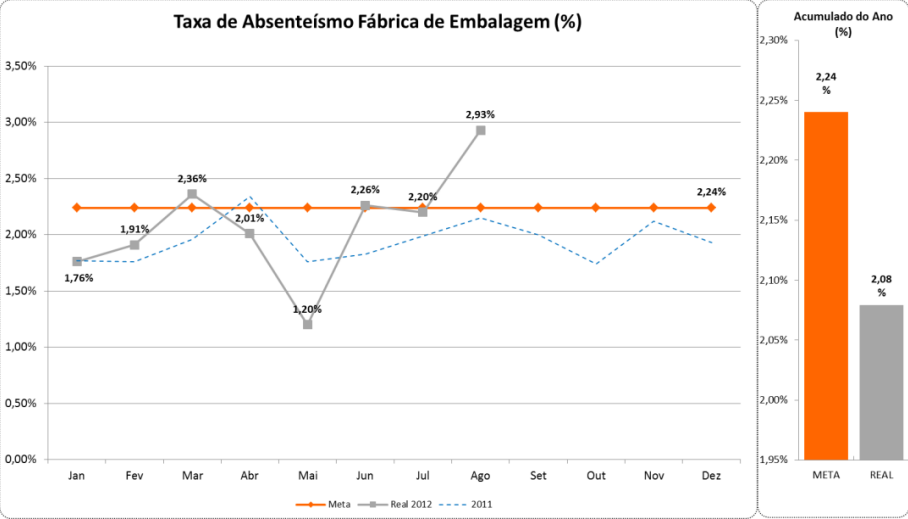
4.3.1 Demanda

Nesse exemplo da etapa Demanda, são utilizados dados estatísticos de saúde da empresa. Dessa forma, descreve-se conforme a premissa do modelo a origem de sua demanda.

4.3.1.1 Análise do Indicador Absenteísmo no nível estratégico.

Tal como preconizado pelo nas premissas do modelo, em uma reunião de nível estratégico, entre diretoria e presidência, observou-se que o índice de absenteísmo do mês de agosto estava 0,69% pontos percentuais acima da meta, figura 38. Desta forma a diretoria convocou o nível tático da empresa para analisar os motivos e apresentar contramedidas para reverter a situação. Sabe-se que o absenteísmo é conceituado como a ausência do trabalhador no trabalho, e que essa pode ser causada por uma falta sem justificativa, justificada e atestados. A representatividade percentual dos atestados na empresa estudada sobre o número total do absenteísmo é de 70%, porém, na aplicação do exemplo de uso do modelo assume-se que 100% do absenteísmo seja composto por atestados.

Figura 38: Taxa de Absenteísmo Fábrica de Embalagem.

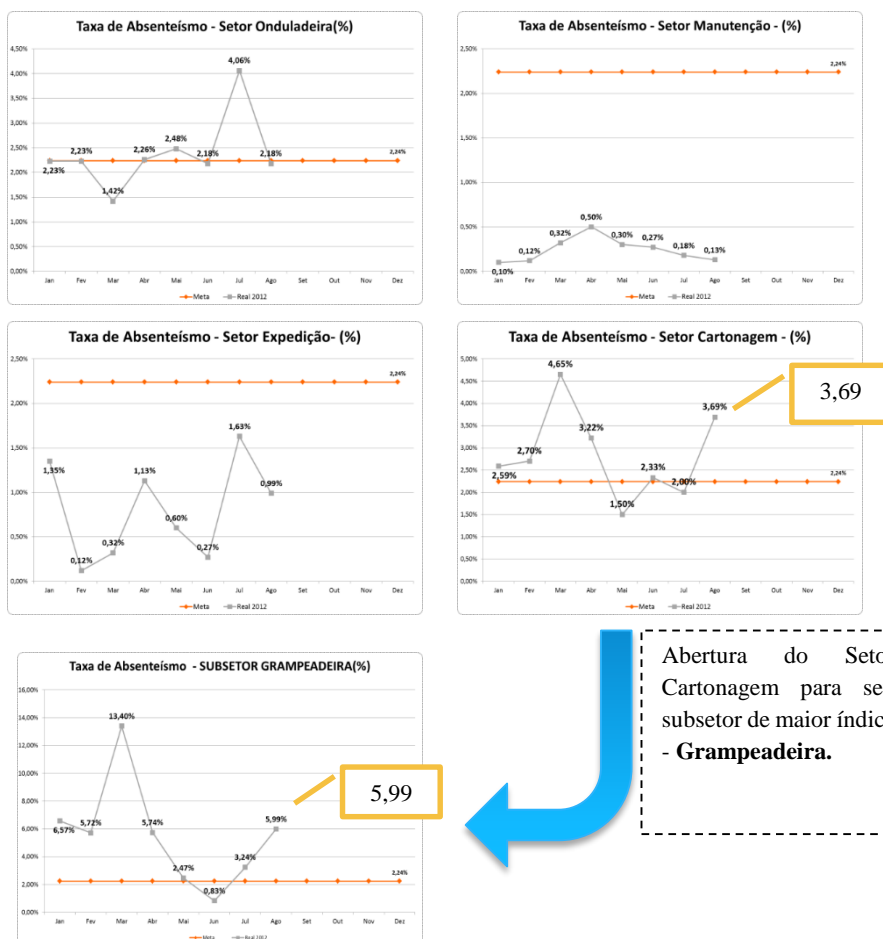


Fonte: Autor com base em informações fornecidas pela empresa (2013).

4.3.1.2 Análise do Indicador Absenteísmo no nível tático

Na reunião de nível tático foram analisadas as taxas de absenteísmo de todos os setores e subsetores, com objetivo de identificar os principais desvios e focar as ações. Os índices são apresentados nos quadros gráficos, figura 39.

Figura 39: Taxa de Absenteísmo Fábrica de Embalagem.



Fonte: Autor (2013).

Considerações:

- O Setor da Fábrica de maior índice de absenteísmo no mês de agosto foi a Cartonagem, com 3,69%;
- Dentro do Setor Cartonagem, o Subsetor que mais contribuiu para o aumento foi a Grampeadeira, com 5,99%;
- Levantou-se que 18% do absenteísmo do subsetor Grampeadeira no mês de agosto foram referentes aos atestados com CID – M (relacionados a patologias osteomusculares).

4.3.2 Diagnóstico

O diagnóstico ergonômico sugerido pelo modelo contempla o uso da Análise Ergonômica do Trabalho (GUERÍN, *et al.*, 2001) com as etapas: análise da demanda, análise da tarefa, análise da atividade e diagnóstico. Sempre que possível, também se preconiza o uso de ferramentas quantitativas nas avaliações, tal como *Rappid Upper Limb Assessment* – RULA (MCATAMNEY; CORLETT, 1993) e Equação NIOSH (WATERS *et al.*, 1993). Com o direcionamento para o subsetor Grampeadeira, a seguir é apresentado o diagnóstico ergonômico.

4.3.2.1 Análise ergonômica do trabalho

Apresentação do subsetor Grampeadeira:

Esse subsetor é responsável por grampear ou colar caixas que foram impressas e vincadas em outros processos e equipamentos. Trabalha em 3 turnos e tem 9 funcionários (3% do quadro total de funcionários), sendo 1 operador e dois auxiliares por turno. É considerado intermediário, ou um 2º processo de produção, pois, recebe caixas impressas e processadas em outros equipamentos. Tem capacidade de produzir aproximadamente 6 toneladas de caixas por dia. Conta com um equipamento que realiza as atividades de cola ou grampeamento e outro para amarrar as caixas com fitas de polietileno, figura 40.

Figura 40: Setor Grampeadeira.



Fonte: Autor (2013).

4.3.2.2 Análise da demanda

- Considerando o índice de absenteísmo do subsetor Grampeadeira e a informação de que 18% deles estão relacionados a patologias osteomusculares, pela ótica do ergonomista acredita-se que o setor possa ter uma carga física de trabalho que pode oferecer risco aos trabalhadores;

- Para investigar essa possibilidade, o ergonomista aplicou uma avaliação de desconforto corporal – Mapa de Desconforto Corporal (Adaptado de Corlett e Manenica, 1980), figura 41.

Figura 41: Mapa de desconforto Corporal.

Mapa de dor Corporal Preencher baseado em sua ultima semana de trabalho

Código: Data:

Nome:

Departamento:

Unidade:

Sector:

Tempo de empresa (meses):

Tamanho:

Função:

Operadora:

Tempo de empresa (meses):

Legenda: ☐ dor leve

☐ dor moderada

☐ dor severa

☐ dor no final da atividade

☐ dor constante

Cervical

O

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358

359

360

361

362

363

364

365

366

367

368

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

389

390

391

392

393

394

395

396

397

398

399

400

401

402

403

404

405

406

407

408

409

410

411

412

413

414

415

416

417

418

419

420

421

422

423

424

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434

435

436

437

438

439

440

441

442

443

444

445

446

447

448

449

450

451

452

453

454

455

456

457

458

459

460

461

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471

472

473

474

475

476

477

478

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488

489

490

491

492

493

494

495

496

497

498

499

500

501

502

503

504

505

506

507

508

509

510

511

512

513

514

515

516

517

518

519

520

521

522

523

524

525

526

527

528

529

530

531

532

533

534

535

536

537

538

539

540

541

542

543

544

545

546

547

548

549

550

551

552

553

554

555

556

557

558

559

560

561

562

563

564

565

566

567

568

569

570

571

572

573

574

575

576

577

578

579

580

581

582

583

584

585

586

587

588

589

590

591

592

593

594

595

596

597

598

599

600

601

602

603

604

605

606

607

608

609

610

611

612

613

614

615

616

617

618

619

620

621

622

623

624

625

626

627

628

629

630

631

632

633

634

635

636

637

638

639

640

641

642

643

644

645

646

647

648

649

650

651

652

653

654

655

656

657

658

659

660

661

662

663

664

665

666

667

668

669

670

671

672

673

674

675

676

677

678

679

680

681

682

683

684

685

686

687

688

689

690

691

692

693

694

695

696

697

698

699

700

701

702

703

704

705

706

707

708

709

710

711

712

713

714

715

716

717

718

719

720

721

722

723

724

725

726

727

728

729

730

731

732

733

734

735

736

737

738

739

740

741

742

743

744

745

746

747

748

749

750

751

752

753

754

755

756

757

758

759

760

761

762

763

764

765

766

767

768

769

770

771

772

773

774

775

776

777

778

779

780

781

782

783

784

785

786

787

788

789

790

791

792

793

794

795

796

797

798

799

800

801

802

803

804

805

806

807

808

809

810

811

812

813

814

815

816

817

818

819

820

821

822

823

824

825

826

827

828

829

830

831

832

833

834

835

836

837

838

839

840

841

842

843

844

845

846

847

848

849

850

851

852

853

854

855

856

857

858

859

860

861

862

863

864

865

866

867

868

869

870

871

872

873

874

875

876

877

878

879

880

881

882

883

884

885

886

887

888

889

890

891

892

893

894

895

896

897

898

899

900

901

902

903

904

905

906

907

908

909

910

911

912

913

914

915

916

917

918

919

920

921

922

923

924

925

926

927

928

929

930

931

932

933

934

935

936

937

938

939

940

941

942

943

944

945

946

947

948

949

950

951

952

953

954

955

956

957

958

959

960

961

962

963

964

965

966

967

968

969

970

971

972

973

974

975

976

977

978

979

980

981

982

983

984

985

986

987

988

989

990

991

992

993

994

995

996

997

998

999

1000

Fonte: Adaptado de Corlett e Manenica (1980).

- Os resultados da avaliação indicam que 80% dos trabalhadores do setor sentem desconforto ao final das atividades de trabalho, ou desconforto contínuo nos Membros Superiores (MMSS), 89% sentem desconforto ao final das atividades de trabalho, ou desconforto contínuo na Coluna e 22,2% sentem desconforto ao final das atividades de trabalho, ou desconforto contínuo nos Membros Inferiores, quadro 17.

Quadro 17: Resultados da avaliação de desconforto Corporal do Setor.

Local de desconforto			
Trabalhador	MMSS	COLUNA	MMII
A	3	3	0
B	3	3	0
C	1	2	0
D	0	1	1
E	2	3	2
F	2	2	2
G	1	2	1
H	3	2	0
I	0	3	1
Percentual sobre o total	80%	89%	22,20%

Fonte: Autor (2013).

De posse dessas informações, pode se considerar que a carga física de trabalho é uma importante demanda de entendimento para o ergonomista.

4.3.2.3 *Análise da Tarefa*

Operador de Grampeadeira:

- O operador Recolhe a Ordem de Produção (OP) no processo anterior e recebe do Planejamento e Controle de Produção o boletim de sequência de produção da cartonagem. De acordo com o Boletim da Cartonagem, analisa e interpreta a Ordem de Produção (OP) para execução da produção. Caso haja divergência ou duvidas consulta o supervisor de Cartonagem.

- De acordo com os dados constantes na Ordem de Produção (OP), inicia-se o ajuste da máquina com os seguintes parâmetros:

- Cola ou Grampo, se for grampo ver quantidade por caixa;
- Dimensão da caixa;
- Outras informações constantes no campo “observação da Ordem de Produção – OP”.

- Durante a produção deve-se realizar inspeções visuais que devem cumprir com os critérios de qualidade.

Auxiliar de Produção – Grampeadeira

- Posicionar as caixas vindas do processo anterior na máquina;
- Alinhar e amarrar na amarradeira as caixas que saem da grampeadeira;
- Paletizar as caixas amarradas de acordo com a especificação do cliente;

4.3.2.4 *Análise da Atividade*

A natureza de trabalho dos trabalhadores desse setor é dinâmica. Exige movimentação em pé ao longo da máquina, manutenção em posturas estáticas e com frequência a movimentação manual de cargas.

Os detalhes são apontados separadamente em cada função:

Operador de Grampeadeira:

✓ Como líder da máquina e responsável direto por seu desempenho, além da carga física, destacam-se também as cargas organizacionais e a cognitivas:

✓ Organizacional: Por sua interface direta com indicadores de produção e com seus superiores, está exposto as demandas para corresponder a meta produtiva. Além disso, é o responsável por distribuir as atividades entre os auxiliares de produção, o que acaba lhe exigindo uma correta gestão dessas pessoas.

✓ Cognitiva: a principal carga cognitiva do operador está ligada ao controle de qualidade visual que tem que manter durante todo processo produtivo. Pode-se dizer que por cada operador passam por turno cerca de 3.500 caixas.

✓ Física: Quanto a carga física a sua maior demanda é pela permanência na postura em pé durante a jornada. Eventualmente colabora com os auxiliares de produção na paletização.

Auxiliar de Produção – Grampeadeira

✓ Frente ao que lhe é prescrito a carga de trabalho que se destaca é a física. Todas as ações que compõem sua rotina de trabalho envolvem a solicitação física e são realizadas na postura em pé.

✓ O trabalhador posicionado na amarradeira organiza os fardos de caixas e retira os possíveis refiles de papelão. Feito isso, posiciona novamente o fardo na mesa de roletes para ser amarrado e conduzido para a paletização.

✓ Realiza a limpeza da área de trabalho, varrendo o chão e recolhendo pallets e outros materiais residuais do processo.

✓ No Empilhamento dos pacotes de caixa amarrados e na formação dos pallets para envio à expedição, necessitam ter conhecimento das especificações indicadas pelos clientes. Uma dessas especificações, a de altura de empilhamento, eventualmente ultrapassa a altura de alcance saudável dos membros superiores, exigindo que os trabalhadores realizem força em uma postura desconfortável.

4.3.2.5 Diagnóstico

De posse das características de trabalho do subsetor Grampeadeira tem-se um diagnóstico ergonômico. Esse é formado pela avaliação da carga física através das ferramentas RULA (Rapid Upper Limb Assessment), Equação NIOSH e por considerações sistêmicas de todas as características e informações disponíveis.

RULA – Rapid Upper Limb Assessment – Operador de Grampeadeira

Optou-se pela ferramenta RULA, pois, essa avalia o risco de lesão para membros superiores de uma determinada atividade e indica o caminho das ações a serem consideradas.

De acordo com McAtamney e Corlett (1993) o avaliador deve optar pela postura que identificar como de maior carga, a de maior repetição, a de maior manutenção ou de queixa do trabalhador. A escolhida nesse caso vai ao encontro com a de maior carga e de queixa do trabalhador, figura 42.

Figura 42: Postura de trabalho de maior queixa dos operadores de grampeadeira.



Fonte: Autor (2013).

Dados para análise com a ferramenta RULA:

- ✓ Força para Membros Superiores abaixo de 2kg;
- ✓ 5 a 6 repetições de movimentos por minuto com Membros Superiores;

A seguir a pontuação encontrada na avaliação com a Ferramenta, figura 43:

Figura 43: Pontuação final da avaliação com a Ferramenta RULA para o posto de Trabalho do Operador de Grampeadeira.

Rula - Final

Complete: A. Arm and Wrist Analysis

Final Upper Arm Score =	<input type="text" value="3"/>	Posture A Score =	<input type="text" value="4"/>
Final Lower Arm Score =	<input type="text" value="2"/>	Muscle Use Score =	<input type="text" value="1"/>
Final Wrist Score =	<input type="text" value="3"/>	Force/load Score =	<input type="text" value="0"/>
Wrist Twist Score =	<input type="text" value="1"/>	Final Wrist and Arm Score =	<input type="text" value="5"/>

Complete: B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Final Neck Score =	<input type="text" value="4"/>	Posture B Score =	<input type="text" value="7"/>
Final Trunk Score =	<input type="text" value="4"/>	Muscle Use Score =	<input type="text" value="1"/>
Final Legs Score =	<input type="text" value="1"/>	Force/load Score =	<input type="text" value="0"/>
Final Neck, Trunk and Leg Score =		<input type="text" value="8"/>	

Final Score 1 or 2 = Minimum Risk
 3 or 4 = Low Risk
 5 or 6 = Moderate Risk
 7 = High Risk

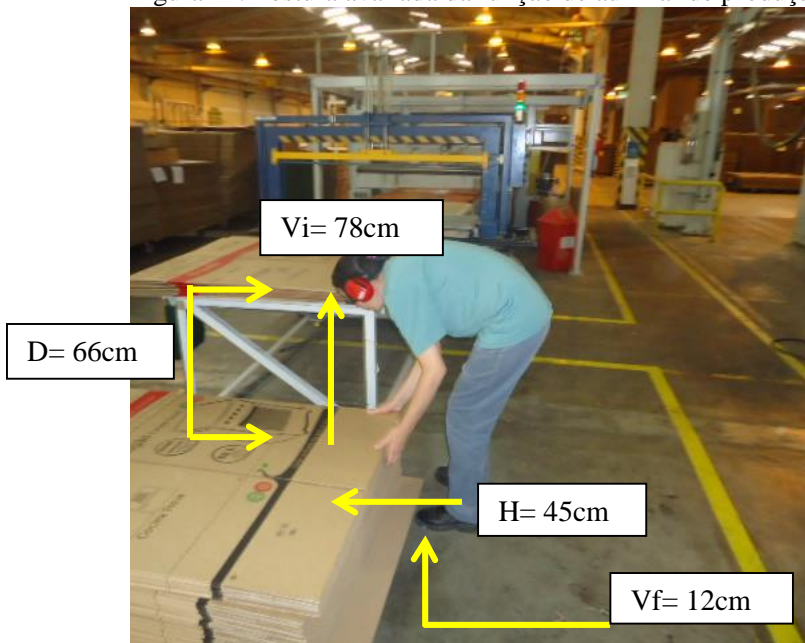
Fonte: Autor (2013).

Conforme apresentado pela figura 43, a pontuação apresentou um score final de 7, o que de acordo com o preconizado indica que a postura tem um alto risco de lesão para membros superiores.

Equação NIOSH – Auxiliares de Produção

Optou-se pela Equação NIOSH (Waters; Putz-Anderson; Garg, 1994), pois, a atividade de paletização requer movimentação manual de carga e é referida pelos trabalhadores como desconfortável. Na figura 44 a postura a ser avaliada.

Figura 44: Postura avaliada da função de auxiliar de produção.



Fonte: Autor (2013).

Dados, figura 44:

- ✓ H (distância horizontal) = 45cm
- ✓ Vinicial (Distância vertical inicial) = 78cm;
- ✓ Vfinal (Distância vertical final) = 12cm;
- ✓ D (Distância percorrida na movimentação) = 66cm;
- ✓ Peso do objeto = 2,4kg;
- ✓ Frequência = 8/min;
- ✓ Qualidade da pega: pobre (objeto grande e instável);
- ✓ Assimetria = 45° (faz torção da coluna associada com movimentação dos pés).
- ✓ Duração dessa atividade (tempo médio nessa altura) = > 2 e < 8 horas;

Na figura 45 a aplicação dos dados na equação NIOSH, e o resultado do RWL (*Recommended Weight Limit* – Limite de Peso Recomendado) e LI (*Lift Index* – Índice de levantamento):

Figura 45: Aplicação dos dados da avaliação na equação NIOSH.

NIOSH - 1991

EQUAÇÃO REVISADA DE LEVANTAMENTO DE CARGAS

Posto Trabalho

Área

Turno

Empresa

Auditor

Data

RWL = LC x HM x VM x DM x AM x FM x CM

Carga Constante	LC	23 kg			23
Multiplicador Horizontal	HM	(25 / H)	H>=25 H<63	H = 45	X 0,5556
Multiplicador Vertical	VM	1 - (0,003 x V - 75)	V<175	V = 12	X 0,8110
Multiplicador de Distância	DM	0,82 + (4,5 / D)	D>=25 D<175	D = 66	X 0,8882
Multiplicador Assimétrico	AM	1 - (0,0032 x A)	A<135	A = 45	X 0,8560
Multiplicador de Frequência	FM	Tabela 1		F = 0,18	X 0,1800
Multiplicador da Pega	CM	Tabela 2	Pega	pobre	X 0,9000

OBS:

RWL 1,276341

L (Peso do Objeto) 2,4

LI = L / RWL

LI = 1,88

VERTICAL

LOCALIZAÇÃO VERTICAL

LOCALIZAÇÃO HORIZONTAL

PONTO MÉDIO ENTRE OS TORNOZELOS

PONTO DE PROJEÇÃO

TORÇÃO DO TRONCO "A"

VISTA SUPERIOR

HORIZONTAL

LOCALIZAÇÃO HORIZONTAL

H

LATERAL

PONTO MÉDIO ENTRE OS TORNOZELOS

Resultado

LI < 1	Baixo Risco
1 <= LI < 2	Risco Moderado
LI >= 2	Alto Risco

RWL= 1,27kg

LI= 1,88

Risco Moderado

Fonte: Autor (2013).

De acordo com os resultados apontados pela Equação NIOSH, o peso movimentado pelo auxiliar de produção ultrapassa em 1,13kg o

recomendado, e o risco de lesão para coluna vertebral nessa atividade é moderado.

Outras considerações relacionadas ao diagnóstico ergonômico no trabalho do subsetor Grampeadeira:

- ✓ O trabalho para os auxiliares de produção não é enriquecido cognitivamente, o que pode desmotivá-los.

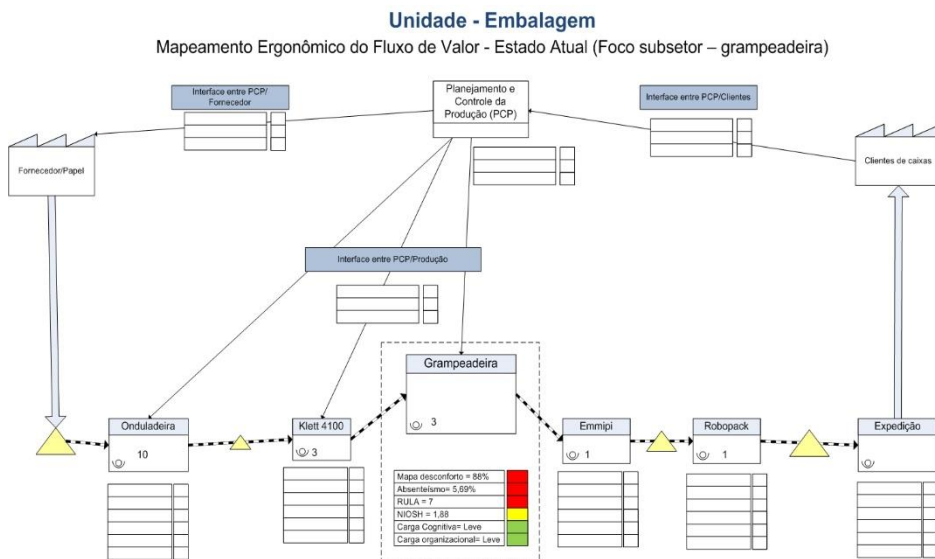
- ✓ Os trabalhadores têm liberdade para se ausentar, quando ele julgar necessário.

Frente ao diagnóstico ergonômico, o próximo passo do modelo proposto é a apresentação desse diagnóstico utilizando uma adaptação da ferramenta da Produção Enxuta – Mapeamento de Fluxo de Valor, intitulada no modelo de Mapeamento Ergonômico do Fluxo de Valor.

4.3.3 Comunicação

Tal como apresentado no capítulo 2, item 2.9.2.5 o Mapeamento de Fluxo de Valor objetiva apresentar uma visão sistêmica dos processos que influenciam a atividade produtiva, desde o fornecimento da matéria prima até a entrega ao cliente. Da mesma forma, no modelo proposto o Mapeamento Ergonômico do Fluxo de Valor, sugere apresentar as características e atribuições de cada etapa contemplada no fluxo de valor que podem influenciar na carga de trabalho relacionada aos âmbitos da ergonomia (cognitiva, organizacional e física). O exemplo aqui apresentado desenha todo o processo, porém, se aprofunda na avaliação ergonômica no subsetor Grampeadeira, figura 46.

Figura 46: Exemplo de Mapeamento Ergonômico do Fluxo de Valor.



Fonte: Autor (2013).

O que o Mapeamento Ergonômico do Fluxo de Valor apresenta são os destaques dos diagnósticos ergonômicos realizados no setor. Ele caracteriza em escala de cores e através do índice o risco ergonômico daquele setor.

De posse da análise ergonômica, do diagnóstico e de sua apresentação através do Mapeamento Ergonômico do Fluxo de Valor, a próxima etapa do Modelo preconiza um aprofundamento multidisciplinar, utilizando o método A3 para encontrar as causas raízes dos problemas e traçar contramedidas para mitigá-las.

4.3.4 Investigação

O Método A3 tem o objetivo de tratar um determinado problema, encontrar as possíveis causas raízes, traçar contramedidas e também apoiar o gerenciamento. Dessa forma, seguindo o propósito do modelo, nessa etapa é apresentado um exemplo de uso do A3 com foco na tratativa das evidências encontradas nas avaliações ergonômicas do subsetor Grampeadeira.

Conforme preconizado, nesse momento o ergonomista deve associar-se a outros especialistas no processo para entender todas as

possíveis origens das consequências de carga física. Assim sendo, nesse exemplo, para construção do A3, participaram: 1 especialista da área de Planejamento e Controle da Produção, 1 gestor da área de produção Cartonagem, 1 médico do trabalho, 1 trabalhador do setor, 1 especialista em Melhoria Contínua (Produção Enxuta) e o Ergonomista.

Os passos para a construção do A3 foram:

✓ *Brainstorming com todos os participantes do A3*: essa etapa objetivou levantar o contexto da situação do setor, com todos os envolvidos colaborando com sua expertise, elencando os possíveis problemas, histórico de problemas, possíveis soluções;

✓ *Apresentação de dados quantitativos e das avaliações ergonômicas*: essa etapa da construção do A3 já foi investigada na etapa de análise e diagnóstico, bastando apenas situá-la do A3;

✓ *Entendimento da Causa Raiz*: Através do uso de ferramentas da qualidade, tal como o Diagrama de Ishikawa. Através do Diagrama de Ishikawa abrangeram-se todas as possíveis fontes das causas, tais como: máquina, matéria-prima, método, mão-de-obra, medidas e meio ambiente.

✓ *Desenvolvimento de uma meta quantitativa*: frente aos indicadores apresentados no A3, absenteísmo e os índices das avaliações ergonômicas, traçaram-se metas quantitativas para suas reduções. Por exemplo: reduzir absenteísmo de 5,69% para 2,0% ao mês; e/ou reduzir o risco calculado pela ferramenta RULA de 7 para 3, saindo de um risco alto para médio.

✓ *Desenvolvimento das Contramedidas*: Nessa etapa foram direcionadas as contramedidas, organizando-as através da Ferramenta 5W/2H (*Why?* – Porque? *What?* – O que? *Where?* – Onde? *Who?* – Quem? *When?* – Quando? *How?* Como? *How Much?* Quanto custa?).

✓ *Follow up das ações*: nessa etapa foram estabelecidas rotinas de acompanhamento dos efeitos das contramedidas.

Apresentado os passos da construção do A3, a seguir o mesmo é apresentado tal como foi construído, figura 47.

Figura 47: A3 de Ações para redução do risco da carga física de trabalho no setor grampeadeira.

Método A3													
Elaborado por: Ergonomista, Especialista PCP, Gestor da área, Médico do Trabalho, Trabalhador da área, Especialista Melhoria Contínua				Data:	10/03/2013	Revisão:	0	Aprovação:	Alta administração				
Título: Ações para redução do risco da carga física de trabalho no Setor Grampeadeira													
1 - Contexto													
O setor Grampeadeira é responsável por grampear e colar caixas produzidas em outros processos. Trabalha em 3 turnos com 3 trabalhadores por turno. A investigação sobre a carga física de trabalho foi direcionada pelo aumento do absenteísmo e pela queixa de alguns trabalhadores. Pretende-se com esse A3 aprofundar-se nas possíveis causas e reduzir os riscos ali presentes.													
2 - Condições atuais													
Setor		Taxa de Absenteísmo		Mapa de Desconforto		O que?		Por que?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Quanto Custa?
						Desenvolver projeto para compra de mesa elevatória		Eliminar a movimentação manual na paletização	Grampeadeira	Gestor da área	Na Semana Kaizen entre os dias XX/XX/XX	Criando cronograma e rotina de inspeção	Não há custo
						Estabelecer rotina de pausas e descanso		Reduzir a fadiga e a exposição a frio e lesão	Grampeadeira	Ergonomista/Esp ecialista PCP	Na Semana Kaizen entre os dias XX/XX/XX	Reduzindo retrabalho e mantendo a mesma produtividade	Não há custo
						Desenvolver projeto para adequação climática		Aumentar o conforto térmico	Grampeadeira	Ergonomista	Estabelecer cronograma da projeto - Máx. em 10 meses	Buscando fornecedores, Aquisição.	R\$ XXXX
						Desenvolver rotina para inspeção da qualidade na fonte		Evitar que causas defeituosas cheguem no processo	Grampeadeira	Gestor da área/Ergonomista	Na Semana Kaizen entre os dias XX/XX/XX	Criando trabalho padronizado de inspeção	Não há custo
						Treinamento da movimentação manual de carga		Conscientizar os trabalhadores sobre posturas no trabalho	Grampeadeira	Ergonomista	Na Semana Kaizen entre os dias XX/XX/XX	Treinamento e criando trabalho padronizado	Não há custo
						Treinamento sobre operação da máquina		Tirar dúvidas. Aumentar a eficiência das atividades	Grampeadeira	Gestor da área/Especialista da área	Na semana Kaizen entre os dias XX/XX/XX	Treinando e criando trabalho padronizado	Não há custo
						Investir em atualização tecnológica		Permitir mais ajustes finos automáticos	Grampeadeira	Gestor da área	Estabelecer cronograma da projeto - Máx. em 6 meses	Desenvolvendo projeto do equipamento. Aquisição.	R\$ XXXX
Consequência - sobrecarga física/desconforto físico nos trabalhadores do Setor													
Matéria-Prima		Mão de Obra		Medidas									
caixas com problemas de qualidade grampos ou cola de má qualidade		falta de treinamento		máquina com dificuldade para ajustes finos									
7 - Acompanhamento													
Reuniões de fechamento da Semana Kaizen										ok	não ok		
Reavaliação Ergonômica com ferramentas RULA, Equação NIOSH e Mapa de desconforto corporal 3 meses após Semana Kaizen										ok	não ok		
Reuniões mensais, acompanhando o indicador de absenteísmo										ok	não ok		
4 - Meta													
Reduzir o absenteísmo para 2% ao mês. Reduzir o risco da ferramenta RULA para moderado (entre 5 e 6). Reduzir o risco da equação NIOSH para baixo.													

Fonte: Autor (2013).

O uso do A3 propiciou, em uma única folha, a organização das informações levantadas no setor, um aprofundamento e participação de outros especialistas na análise dos problemas e objetivamente direcionou ações para mitigar os riscos no setor.

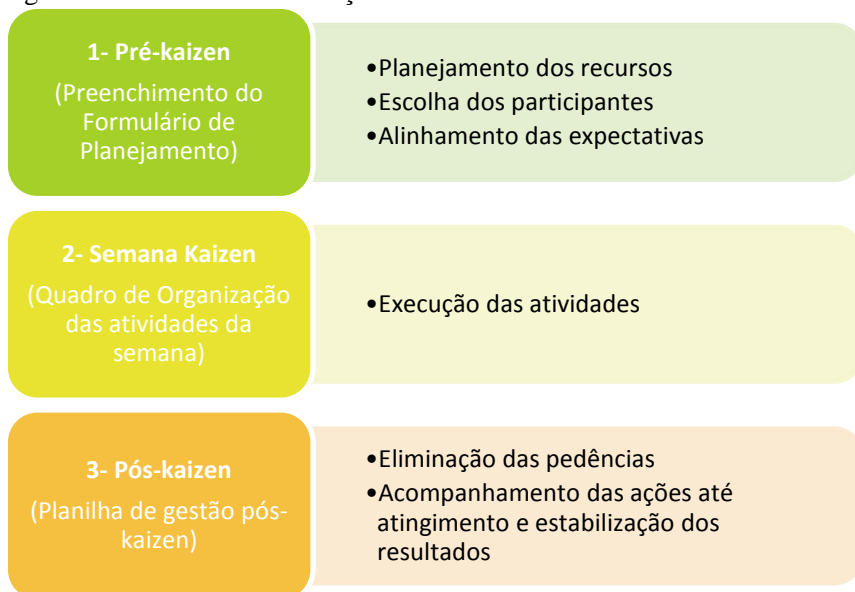
4.3.5 Execução

Depois de analisado, diagnosticado, apresentado e traçado as contramedidas para reduzir a carga física do setor exemplificado aqui, chega-se a etapa de executar as ações. Conforme preconizado pelo modelo, essas podem seguir alguns caminhos, seja a execução de um projeto que exija investimento financeiro, ou ações de impacto, sem custo e que podem ser executadas em uma Semana Kaizen.

Uma Semana Kaizen, como o próprio nome sugere e explicado no tópico 2.2.2.3, é um evento de melhoria que dura 5 dias, geralmente de

segunda a sexta, contando com uma equipe multidisciplinar, entre especialistas no processo e pessoas que não estão diretamente ligadas a ele. Para a proposta desse modelo, e de acordo com o praticado na empresa utilizada como base para o modelo, uma Semana Kaizen se subdivide em três fases, pré-kaizen, semana kaizen e pós-kaizen, figura 48.

Figura 48: Três fases de execução de uma Semana Kaizen.



Fonte: Autor (2013).

Cada uma das etapas utiliza um documento padrão, na 1ª fase de Pré-kaizen utiliza-se o Formulário de Planejamento de Kaizen, na 2ª fase de Execução da Semana Kaizen utiliza-se o Quadro de Organização das Atividades e na 3ª fase a o Formulário de Gerenciamento Pós-Kaizen. Esses documentos são os mesmos que a empresa utiliza para execução de um Kaizen, mesmo quando o foco não é o da Ergonomia.

Seguindo a intenção desse estudo, a seguir apresentam-se os documentos que reportam o desenvolvimento da Semana Kaizen com Foco Ergonômico e com base nas ações contempladas no Método A3 da etapa anterior.

1ª Fase – Pré-Kaizen – Formulário de Planejamento de Kaizen, figura 49.

2ª Fase – Execução Kaizen – Quadro de Organização das Atividades, quadro 18.

3ª Fase – Pós-Kaizen - Planilha de gestão pós Kaizen, figura 50.

Figura 49: Pré-Kaizen - Formulário de Planejamento de Kaizen.

Planejamento Semana Kaizen - Ergonomia			
TÍTULO: Kaizen de Redução de Carga Física de Trabalho - Setor Grampeadeira			
Empresa: Papelão Ondulado	Período de: 04/02/2013 até: 08/02/2013	<input checked="" type="checkbox"/> 1ª Kaizen na Área	<input type="checkbox"/> Continuidade:
Site: Santa Catarina	Área/setor: Cartonagem/Grampeadeira	Sala do Kaizen: Sala de treinamento	
Objetivos	Motivos	Resultado Esperados	
Reduzir o absenteísmo do setor	Absenteísmo do setor acima da meta estabelecida	Redução de 5,69% para 2%	
Reduzir o risco de lesão de Membros superiores pela Ferramenta RULA	Queixas de desconforto em Membros Superiores	Redução do Risco de Alto para moderado	
Reduzir o risco de lesão na coluna pela avaliação da Equação NIOSH	Queixas de desconforto na coluna	Redução do Risco de médio para baixo	
Equipe Participante <input checked="" type="checkbox"/> 2 especialistas do setor <input checked="" type="checkbox"/> 1 especialista em qualidade <input checked="" type="checkbox"/> 1 médico do trabalho <input checked="" type="checkbox"/> 1 especialista de RH <input checked="" type="checkbox"/> 1 Ergonomista <input checked="" type="checkbox"/> 1 especialista em manutenção <input checked="" type="checkbox"/> 1 Gestor do Setor <input checked="" type="checkbox"/> 1 especialista em PCP <input checked="" type="checkbox"/> 1 especialista de Melhoria Contínua <input checked="" type="checkbox"/> 1 Téc. Seg. Trab.			
Ações previstas para Semana Kaizen			
O que?	Como?	Quais resultados esperados?	
Estabelecer Planejamento de Manutenção para a máquina	Através da introdução do Pilar de Manutenção Planejada do Método TPM	.Redução de paradas da máquina por problemas mecânicos .Redução de necessidade de realização de horas extras .Redução da carga física nos trabalhadores .Redução do retrabalho por perdas de qualidade	
Estabelecer Rotina de Pausas e Descanso	Gráfico de Balanceamento da Operação; Treinamento para polivalência no setor	.Equalização das cargas físicas entre as funções .Enriquecimento Cognitivo das atividades .Redução da monotonia .Redução da carga física nos trabalhadores	
Desenvolver Rotina para Inspeção da qualidade na Fonte	Criação de Poka Yokes; Desenvolvimento de Trabalho padronizado	.Redução do retrabalho por perdas de qualidade .Redução da carga física nos trabalhadores .Redução da perda de produtividade por qualidade	
Treinamento de Movimentação Manual de Carga	Noções básicas de anatomia e biomecânica; Treinamento prático no posto de trabalho; introdução a ergonomia; e desenvolvimento de trabalho padronizado	.Melhoria da Conscientização corporal dos trabalhadores .Redução da exposição dos trabalhadores a posturas desconfortáveis	
Treinamento Técnico Operacional	Envolvendo todas as equipes da máquina; Criando padrões de trabalho; Treinamento todos no padrão	.Aumento da eficiência produtiva .Redução de problemas de qualidade, por consequência do retrabalho e da carga física	

Fonte: Autor (2013).

Quadro 18: Quadro de Organização das atividades da Semana Kaizen de Ergonomia.

Quadro de Organização das atividades da Semana Kaizen de Ergonomia					
Título do Kaizen: Kaizen de Redução de Carga Física de Trabalho - Setor Grampeadeira					
	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
Manhã	<ul style="list-style-type: none"> • Abertura da Semana; • Integração dos participantes; • Definição do Líder da Semana; • Explicação dos objetivos da Semana. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipes acompanham o andamento do trabalho no setor; • Início do planejamento da execução das atividades; • Desenvolvimento dos trabalhos padronizados necessários; • Busca de recursos para execução das ações. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipes começam a finalizar toda preparação para a execução das atividades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipes começam a executar os treinamentos, fazer alterações de layout (se necessário), alocar os recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipes começam a acompanhar a execução das atividades nas novas condições recém implantadas.
Tarde	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento sobre o processo Grampeadeira; • Subdivisão da equipe em três frentes: <ul style="list-style-type: none"> • 1ª Equipe/Ações: desenvolvimento de manutenção planejada; treinamento operacional. • 2ª Equipe/Ações: Rotina para pausas; treinamento de movimentação manual de carga • 3ª Equipe/Ações: Qualidade na fonte. • Visita ao Setor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipes entram nos detalhes das ações, planejamento sua execução durante a semana; • Equipes apresentam ações para os gestores da empresa, para validação das mesmas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipes começam a finalizar toda preparação para a execução das atividades. • Ao final desse dia todo desenvolvimento das ações devem estar concluídos para colocar em prática no próximo dia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipes continuam executando os treinamentos, as alterações de layout (se necessário) e as alocações de recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipes Continuam acompanhando a execução das atividades nas novas condições; • Encerramento da Semana Kaizen.

Fonte: Autor (2013)

Figura 50: Planilha de Gerenciamento Pós-Kaizen - Ergonomia.

GERENCIAMENTO PÓS KAIZEN - ERGONOMIA																																		
Gestor/Auditor do Kaizen: Ergonomista										Dpto/Local: Cartonagem/Grapeadeira										Kaizen: Kaizen de Redução de Carga Física de Trabalho										Data: XX/XX/XXXX				
Nº	PERGUNTAS	mar/13	abr/13	mai/13	jun/13	jul/13	ago/13	set/13	out/13	nov/13	dez/13	jan/14	fev/14	Média																				
A1	Manutenção Planejamento (implantada e funcionando)?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	100%																				
A2	Pausas funcionando?	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	17%																				
A3	Ações de inspeção e qualidade na fonte funcionando?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	100%																				
A4	Trabalhadores movimentando cargas manualmente de acordo com o treinamento?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	100%																				
A5	Houve redução nos problemas de qualidade?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	100%																				
A6	O setor está mais eficiente?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	100%																				
A7																																		
A8																																		
A9																																		
A10																																		
A11																																		
Lenda: "S"sim e "N" não atende		92%	83%	83%																														
COMENTÁRIOS															MONITORAMENTO AÇÕES KAIZEN																			
Ação de implantação de pausas até o momento não foi implantada com sucesso. Deve-se rever o método implantado para que volte a funcionar.															Adesão das ações kaizen - Mensal																			
															Adesão das ações kaizen - Por Item																			
MONITORAMENTO INDICADORES - KAIZEN ERGONOMIA																																		
Absentismo															Equação NIOSH										RULA									
Taxa de Absenteísmo - SUBSETOR GRAPEADORA(%)																																		

semana para a empresa e também tem a intenção de motivar os participantes.

- **Integração dos Participantes:** para ajudar na integração e entrosamento dos participantes, são realizadas dinâmicas voltadas ao conhecimento da equipe, a apresentação dos integrantes, a construção de uma identidade para o grupo, com nome da equipe e grito de guerra.

- **Definição do Líder:** em seguida se define o líder. Outra opção é já partir com essa definição previamente. O líder deverá ser responsável pela gestão da equipe e pela qualidade na execução nas atividades.

- **Objetivos da Semana:** na sequência, são revistos os objetivos da semana, apresentados os problemas e as metas que a equipe terá que trabalhar.

- **Treinamento sobre o Setor:** para que toda a equipe tenha o conhecimento necessário para desenvolvimento das ações durante a semana, faz-se um treinamento geral sobre o setor que é foco.

- **Divisão da equipe:** pelo fato das ações preconizadas para a semana envolverem três frentes de trabalho, dividiu-se a equipe em três. Isso é importante, pois, dá foco e recorta os objetivos de forma que fiquem mais exequíveis.

- **Acompanhamento do Setor:** a partir desse direcionamento, a equipe, já dividida, vai a campo acompanhar a realidade do setor estudado, coletando informações que podem ser relevantes para suas ações.

- **Execução das atividades:** a partir desse momento as equipes realizam o planejamento das ações e dos recursos que serão necessários para coloca-as em prática. Na sequência começam a pô-las em prática, nesse caso, alterando layouts, criando trabalhos padronizados e executando treinamentos.

- **Encerramento da semana:** no final do último dia da semana, a equipe que trabalhou no Kaizen prepara uma apresentação para os principais gestores da empresa. Mostram as metas e as ações realizadas para alcançá-las. Nesse momento os gestores fazem reconhecimento dos participantes e assumem o comprometimento, junto com a equipe de continuidade nas ações ali propostas.

Na 3ª fase, apresenta-se a Planilha de Gerenciamento Pós-Kaizen. Com ela objetiva-se acompanhar a disciplina, a assertividade, a aderência e o atingimento das metas com as ações propostas. Preconiza-se um acompanhamento semanal de cada uma delas através de uma auditoria a ser realizada por algum membro da equipe. Nela também é possível

visualizar o desempenho dos indicadores a serem melhorados e algum comentário com relação ao andamento das ações. No caso do exemplo aqui apresentado a etapa de Pós-Kaizen ainda está em acompanhamento, não havendo muitas mudanças frente ao cenário inicialmente apresentado.

Na apresentação do exemplo de uso do modelo, buscou-se demonstrar passo a passo de sua execução na prática, desde a etapa de **demanda** até a **execução**.

A seguir são apresentadas as conclusões desse trabalho.

5 CONCLUSÕES

A Ergonomia com seu objetivo de transformar o trabalho, em suas diferentes dimensões, adaptando-o às características e aos limites do ser humano, vêm desenvolvendo, ao longo de sua história como disciplina científica, um caminho cada vez mais integrado as práticas de uma organização de trabalho. Ela que se apoiou primeiramente em conhecimentos já existentes de outras ciências ou disciplinas, para depois, por si, construir seus conceitos e métodos, tem a característica intrínseca de que ao fazer essa integração, conseguir visualizar todos os âmbitos humanos intervenientes na organização e associados a esses acompanha e pode ajudar a interferir positivamente no seu desempenho eficiente.

No levantamento sobre Programas de Ergonomia na indústria foi identificar os focos de atuação voltados a cuidados com saúde, design de postos de trabalho e ferramentas, design de produtos, aspectos de qualidade, aspectos participativos e de educação e treinamento. Entretanto, apesar dos objetivos de atuação serem parecidos, sua forma de desenvolvimento e suas práticas são diferentes. Isso pode ser consequência das diferentes culturas e políticas existentes em cada organização. Pode-se identificar também, que dos programas apresentados, nenhum deles apresentava detalhes de uma integração da ergonomia com alguma prática de gestão já existente na organização.

Ao buscar apresentar as relações entre a Ergonomia e a Produção Enxuta, direcionou-se a interpretação dessas através de três pontos de vista: o contexto da Produção Enxuta, o contexto da Ergonomia e o contexto de práticas e conceitos comuns aos dois temas.

No que diz respeito ao contexto da Produção Enxuta, foi possível identificar de forma mais clara preocupações relacionadas à Ergonomia Física, tais como a busca por eliminar os excessos de movimentações desnecessárias do trabalhador, porém, também é possível afirmar que esse modelo de gestão também tem vistas para fatores cognitivos e organizacionais, por buscas a participação dos trabalhadores nas mudanças relacionadas a seu contexto de trabalho e por buscar o enriquecimento das atividades que poderiam ser monótonas.

Quanto ao contexto da Ergonomia, em linhas gerais, os possíveis efeitos, positivos e ou negativos, na saúde do trabalhador na organização que tem a Produção Enxuta como modelo de gestão, estão relacionados com a forma em que ela se desenvolve na empresa. Se a preocupação com o ser humano for considerada como primordial e fator crítico de sucesso para seu desenvolvimento, a tendência é que o ambiente de trabalho se

torne mais humanizado. Por outro lado, se esses fatores não forem considerados, é possível que o ambiente de trabalho se torne estressante.

Na apresentação da análise de práticas e conceitos comuns entre a Ergonomia e a Produção Enxuta, optou-se por dividir os fatores encontrados em três grupos: organização do trabalho, ambientes físicos e layouts e equipamentos. Para os três grupos, o que se pode inferir é que dos conceitos preconizados pela Ergonomia, foi possível encontrar na Produção Enxuta também tal preocupação e, além disso, métodos para poder praticá-los. Essa relação entre conceito e práticas entre os dois temas se tornou fonte importante de informação para o desenvolvimento proposto nesse trabalho.

No desenvolvimento do modelo proposto por essa tese, optou-se por organizá-lo pautado em premissas que orientam seu uso e sua operacionalização de forma gráfica em um diagrama. Essa opção foi feita com intuito facilitar a prática e de organizar melhor o que seriam as premissas, os valores, as orientações conceituais do modelo, de sua prática, sua operacionalização.

Quanto às premissas, ressalta-se a posição da necessidade da Ergonomia se tornar um tema estratégico para uma organização. Entende-se que a ergonomia no seu conceito atual com vistas ao bem estar do indivíduo e do bom desempenho de uma organização, consegue ter a visão sistêmica dos impactos de quaisquer ações nos dois âmbitos. Portanto, pode contribuir de forma relevante para sua prosperidade.

Para tanto, a Ergonomia precisa encontrar meios de se inserir no cenário estratégico e se tornar relevante e orgânica. Por isso, a proposta desse trabalho em criar formas de integrá-la a uma prática de gestão estratégica já existente.

No desenvolvimento gráfico da operacionalização do modelo, optou-se por construí-lo pautado em conceitos da Ergonomia e da Produção Enxuta. Por exemplo, a fase de demanda e de diagnóstico, são componentes existentes na Análise Ergonômica do Trabalho. Já as fases de comunicação, investigação e execução, utilizam de práticas da Produção Enxuta para colocar em atividade as ações voltadas a Ergonomia.

Através da aplicação do modelo no caso prático aqui apresentado, foi possível constatar que sua operacionalização é possível, porém, para tanto existem fatores fundamentais para que isso aconteça. Tais como:

- Informações de saúde do trabalhador: é importante que a empresa tenha acompanhado e organizado os indicadores de saúde de seus trabalhadores. Isso para que se possa utilizar de dados quantitativos e se tenha acesso a qualquer momento para entendimento das possíveis

demandas. Caso não tenha, é importante que o ergonomista as desenvolva.

- Acesso às áreas produtivas: é fundamental que o ergonomista tenha total acesso ao ambiente produtivo, bem como as informações de metas e desempenho. Dessa forma pode inferir sobre a relação das informações produtivas com as de saúde.

- Apoio da gestão estratégica da empresa: é fundamental também, que haja apoio dos gestores estratégicos na empresa. É função do ergonomista apontar as razões pelas quais a Ergonomia deve ser tema estratégico na organização.

Quanto ao exemplo prático do modelo, ressaltam-se duas ferramentas da Produção Enxuta utilizadas. O Mapeamento Ergonômico de Fluxo de Valor, que originalmente é intitulado Mapeamento de Fluxo de Valor, e que na proposta do modelo tem a função de comunicar os diagnósticos ergonômicos de uma forma conhecida pelas áreas produtivas, porém, acredita-se que possa também ser fonte para análise da demanda ergonômica. Isso poderia se dar, pois, ao verificar esse mapa com o diagnóstico ergonômico de todos os setores, o ergonomista poderia orientar e priorizar sua ação através da identificação do setor mais crítico. E a outra é o Método A3, que se mostrou ser uma ferramenta importante nas funções colaborativas entre profissionais de diversas áreas, na de aprofundamento sobre as possíveis causas de um problema, na característica de sintetizar as informações em uma folha A3, na objetividade de traçar preferencialmente metas quantitativas e na capacidade de organizar e gerenciar as ações a serem realizadas para tratar o problema.

Como profissional e acadêmico pesquisador da Ergonomia, acredita-se que o fato do modelo apresentar procedimentos, métodos e ferramentas para cada uma de suas etapas, seja possível replicá-lo em outro ambiente, com outras características para verificar seu comportamento e seus resultados. No caso da empresa que serviu como piloto de aplicação do modelo, sua aplicação continuará acontecendo, explorando sua prática e buscando conhecer mais de seus resultados a médio e longo prazo.

Por fim, na sequência são apresentadas sugestões para novos estudos nessa linha de pesquisa.

5.1 FUTUROS ESTUDOS

Acredita-se que o estudo de desenvolvimento do modelo de gestão da ergonomia integrado as práticas da Produção Enxuta pode ser continuado abordando outros aspectos e se aprofundando em outras variáveis. Dessa forma, seguem as recomendações de estudos futuros:

- Submeter o modelo a outras empresas, de segmentos diferentes, com características organizacionais diferentes;
- Avaliar a validade do modelo com especialistas da Ergonomia e da Produção Enxuta;
- Avançar no entendimento das possíveis métricas que podem ser utilizadas para compreender o desempenho dos fatores ligados a ergonomia;
- Explorar o uso do Método A3 e do Mapeamento Ergonômico de Fluxo de Valor em outros contextos relacionados à Ergonomia.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, Júlia *et al.* **Introdução à Ergonomia**: da teoria à prática. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2009.

ACOSTA, Gabriel. G.; MORALES, Karen L. Macroergonomic study of food sector company distribution centres. **Applied Ergonomics**, v. 39, 2008.

AKAO, Y. **Desdobramento das Diretrizes para o Sucesso do TQM**. Porto Alegre: Artes Médias, 1997.

AMIDITIS, Angelos *et al.* Driver-Vehicle-Environment monitoring for on-board driver support systems: lesson learned from design and implementation. **Applied Ergonomics**, v. 41, 2010.

ANDERSON-CONNELY, Richard *et al.* Is Lean Mean? Workplace transformation and Employee Well-being. **Work, employment and society**, v. 16, 2002.

ASIS, Yudi; OSADA, Hiroshi. Innovation in management system by Six Sigma: an empirical study of world-class companies. **International Journal of Six Sigma**, v. 1, 2010.

ASSEN, M. V.; BERG, G. V.; PIETERSMA, P. **Modelos de gestão**: os 60 modelos que todo gestor deve conhecer. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

ATTWOOD, D.; DEEB, J.; DANZ-REECE, M. **Ergonomic Solutions for the Process Industries**. Oxford: Elsevier, 2004.

BADHAM, R. J.; CLEGG, C. W.; WALL, T. **Socio-technical Theory**. **International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors**. Taylor & Francis, 2001.

BAGNARA, Sebastiano; PARLANGELI, Oronzo; TARTAGLIA, Riccardo. Are hospital becoming high reliability organizations? **Applied Ergonomics**, v. 41, 2010.

BARNES, R. M. **Estudos de movimento e de tempos**: projeto e medida do trabalho. São Paulo: Editora Blucher, 1977.

BARNES, Ralph M. **Estudo de movimentos e de tempos**: projeto e medida do trabalho. 6. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2008.

BIAZZO, S.; PANIZZOLO, R. The Assessment of Work Organization in Lean Production: the Relevance of the Worker's Perspective. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 11, 2000.

BJÖRKMAN, Torsten. The retonalisation movement in perspective and some ergonomics implications. **Applied Ergonomics**, v. 27, 1996.

BOHAN, S. S. **Actionable Strategies**: through integrated performance, process, project and risk management. United States: Artech House, 2008.

BRASIL. Ministério da Previdência Social. **Anuário Estatístico da Previdência Social**. Brasília: AEPS, 2009.

BREYFOGLE III, Forrest W. Process improvement projects shortcomings and resolution. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, 2010.

BURGESS-LIMERICK, R. *et al.* Implementation of the Participative Ergonomics for Manual tasks. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 37, p. 144-155, 2007.

BUTLER, Maria P. Corporate ergonomics programme at Scottish & Newcastle. **Applied Ergonomics**, v. 34, 2003.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento pelas diretrizes**. Belo Horizonte: Fundação Christino Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996.

CAMPREGHER *et al.* *Biofeedback* e resistência galvânica da pele: medidas em pacientes com Síndrome do Intestino irritável e em indivíduos saudáveis. **Rev. Ciênc. Méd.**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 223-230, maio/jun., 2006.

CAÑAS, J. J.; WAERS, Y. **Ergonomia Cognitiva**: Aspectos Psicológicos de la Interacción de las Personas con la Tecnología de la Información. Ed. Medica Panamericana, 2001.

CARAYON, Pascale; SMITH, Michael J. Work organization and ergonomics. **Applied ergonomics**, v. 31, 2000.

CAROLY, S. *et al.* Sustainable MSD prevention: Management for continuous improvement between prevention and production. Ergonomic intervention in two assembly line companies. **Applied Ergonomics**, v. 41, 2010.

CARREIRA, Bill. **Lean Manufacturing that Works**: powerful tools for dramatically reducing waste and maximizing profits. Amacon, 2004.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**: uma visão abrangente da moderna administração das organizações. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

CLEGG, Chris W. Sociotechnical principles for systems design. **Applied Ergonomics**. v. 31, 2000.

COLOMBINI, D.; OCCHIPINTI, E.; GRIECO, A. **“Risk Assessment and Management of Repetitive Movements and exertions of upper limbs”**. Oxford: Elsevier, 2002.

COLOMBINI, Daniela; OCCHIPINTI, Enrico. Preventing upper limb work-related musculoskeletal disorders (UL-WMSDs): New approaches in job (re)design and current trends in standardization. **Applied Ergonomics**, v. 37, 2006.

COLOMBINI, Daniela; OCCHIPINTI, Enrico; FANTI, Michele. **Método OCRA**: para análise e a prevenção do risco por movimentos repetitivos – Manual para a avaliação e a gestão do risco. São Paulo: Editora LTR, 2008.

COMM, Clare L.; MATHAISEL, Dennis F. X. A paradigm for benchmarking lean initiatives for quality improvement. **Benchmarking: An International Journal**, v. 7, 2000.

COMM, Clare L.; MATHAISEL, Dennis F. X. An exploratory analysis in applying lean manufacturing to a labor-intensive industry in China. **Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics**, v. 17, 2005.

CONTI, R. *et al.* The effects of lean production on worker job stress. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 26, 2006.

CORLETT, E. N.; MANENICA, I. The effects and measurement of working postures, **Applied Ergonomics**, v. 11, n. 1, 1980.

CRC Press LLC. United States. 2005.

CUDNEY, Elizabeth A. **Using Hoshin Kanri to Improve the Value Stream**. CRC Press, 2009.

D'ERRICO, Angelo *et al.* Medium- and long-term reproducibility of self-reported exposure to physical ergonomics factors at work. **Applied Ergonomics**, v. 38, 2007.

DANIELLOU, F. BÉGUIN, P. Metodologia da ação ergonômica: abordagens do trabalho real. In: FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2007.

DANIELLOU, François. **A Ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2004.

DARSES, F.; FALZON, P.; MUNDUTEGUY, C. Paradigmas e modelos para a análise cognitiva das atividades finalizadas. In: FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2007.

DARSES, F.; REUZEAU, F. Participação dos usuários na concepção dos sistemas e dispositivos de trabalho. In: FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2007.

DEMPSEY, Patrick G.; MATHIASSEN, Svend Erik. On the evolution of task-based analysis of manual materials handling, and its applicability in contemporary ergonomics. **Applied Ergonomics**, v. 37, 2006.

DENNIS, Pascal. **Fazendo acontecer a coisa certa: um guia de planejamento e execução para líderes**. São Paulo: Lean Institute, 2007.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. São Paulo: Bookman, 2008.

DENNIS, Pascal. **The Remedy**: bringing lean thinking out of the factory to transform the entire organization. Wiley & Sons, 2010.

DESNOYERS, L. A aquisição de informação. In: FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2007.

DILLARD, Betty G.; SCHWAGER, Tina Frazier. Ergonomic Equipment investments: benefits to apparel manufacturers. **International Journal of Clothing Science and Technology**, v. 9, 1997.

DRURY, C. G. Ergonomics/Human Factors Audits. In: KARWOWSKI, W. **Internacional Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors**. Taylor and Francis, London and New York, 2001.

DUL, Jan; NEUMANN, W. Patrick. Ergonomics Contributions to company strategies. **Applied Ergonomics**, v. 40, 2009.

DULL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1998.

EKLUND, Jörgen. Development work for quality and ergonomics. **Applied Ergonomics**, v. 31, 2000.

FALZON, Pierre. **Ergonomia**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2007.

FAYE, HÉLÈNE; FALZON, PIERRE. Strategies of performance self-monitoring in automotive production. **Applied Ergonomics**, v. 40, 2009.

FERREIRA, V. *et al.* **Modelos de Gestão**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2009.

FOUREZ, G. A. **A construção das ciências**: introdução a filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Unesp, 1998.

GARNER, Karin; SVEN, Dahlman; SPERLING, Lena. Ergonomic development work: co-education as a support for use participation at a car assembly plant. A case study. **Applied Ergonomics**, v. 26, 1995.

GEHRING JUNIOR G. *et al.* Absenteísmo-doença entre profissionais de enfermagem da rede básica do SUS Campinas. **Rev. Bras. Epidemiol**, v. 10, n. 3, p. 401-409, 2007.

GIBBONS, Paul M.; BURGESS, Stuart C. Introducing OEE as a measure of lean Six Sigma capability. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, 2010.

GRAHAM, Ryan B.; AGNEW, Michael J.; STEVENSON, Joan M. Effectiveness of an on-body lifting aid at reducing low back physical demands during an automotive assembly task: Assessment of EMG response and user acceptability. **Applied Ergonomics**, v. 40, 2009.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

GRAUPP, Patrick; WRONA, Robert J. **The TWI workbook**: Essential Skills for Supervisors. Productivity Press, 2006.

GUELAUD, F. *et al.* **Pour une analyse des conditions du travail ouvrier dans l'entreprise**. Paris: A Colin, 1997.

GUERÍN, F. *et al.* **Compreender o Trabalho para Transformá-lo**: a prática da ergonomia. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2001.

GUNASEKARAN, A. An integrated product development-quality management system for manufacturing. **The Total Quality Management**, v. 10, 1998.

GURUMURTHY, Anand; KODALI, Rambabu. Application of benchmarking for assessing the lean manufacturing implementation. **Benchmarking: An International Journal**, v. 16, 2009.

GUYTON, A. **Textbook Of Medical Physiology**. 11. ed. Elsevier Inc. 2006.

HÄGG, Göran M. Corporate initiatives ergonomics – an introduction. **Applied Ergonomics**, v. 34, 2003.

HALL. S. **Biomecânica Básica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 2005.

HARO, Elizabet; KLEINER, Brian M. Macroergonomics as an organizing process for systems safety. **Applied Ergonomics**, v. 39, 2008.

HARRIS, Chris; HARRIS, Rick. **Lean Connections: making information flow efficiently and effectively**. CRC Press, 2008.

HEDGE, A. Physical Methods. In: STANTON, N. **The handbook of human factors and ergonomics methods**. CRC Press LLC. United States, 2005.

HIGNETT, S.; MCATAMNEY, L., REBA: Rapid Entire Body Assessment. **Applied Ergonomics**, v. 31, 2000.

HOLMAN, David; CLEGG, Chris; WATERSON, Patrick. Navigating the territory of job design. **Applied Ergonomics**, v. 33, 2002.

HUNTER, Steve L. Ergonomics Evaluation of Manufacturing Systems Designs. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 20, 2001/2002.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. Edgard Blucher, 2005.

ILO and IEA. **Ergonomic checkpoints: Practical and easy-to-implement solutions for improving safety, health and working conditions**. 2. ed. Geneva: International Labour Office, 2010.

IMBEAU, D. *et al.* Ergonomics in a Design Engineering Environment. In: KARWOWSKI, W. **Internacional Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors**. London and New York: Taylor and Francis, 2001.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION (IEA). Disponível em: <www.iea.cc>. Acesso em: 4 nov. 2009.

INTERNATIONAL LABOUR OFFICE (ILO) – INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION (IEA). **Ergonomics Checkpoints: Pratical and Easy to Implement Solutions for Improving Safety, Health and Work Conditions**. 2. ed. Geneve, 2010.

ISHIZAKA, Y. Automotive Industry. In: JURAN, J. M. GODFREY, A. B. **Juran's Quality Handbook**. United States: McGraw-Hill, 1999.

IYER, Ananth; SESHADRI, Sridhar; VASHER, Roy. **A gestão da cadeia de suprimentos da Toyota: uma abordagem estratégica aos princípios do Sistema Toyota de Produção**. São Paulo: Bookman, 2010.

JACOB, Dee; BERGLAND, Suzan; COX, Jeff. **Na velocidade da Luz: como integrar a manufatura lean o six sigma e a teoria das restrições para atingir uma performance extraordinária**. São Paulo: Campus, 2010.

JAMES-MOORE, S.M.; GIBBONS, A. Is lean manufacture universally relevant? An investigative methodology. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 17, 1997.

JINA, Jay; BHATTACHARYA, Aridam K.; WALTON, Andrew D. Applying Lean principles for high variety and low volumes: some issues and propositions. **Logistics Information Management**, v. 10, 1997.

JOHNSON, Dana M; SUN, Jichao; JOHNSON, Mark A. Integrating multiple manufacturing initiatives: challenge for automotive suppliers. **Measuring Business Excellence**, v. 11, 2007.

JOSEPH, Bradley S. Corporate ergonomics programme at Ford Motor Company. **Applied ergonomics**, v. 34, 2003.

KARHU, O.; KANSI, P.; Y KUORINKA, L. Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. **Applied Ergonomics**, v. 8, 1997.

KARLSSON, Christer; AHLSTRÖM, Pär. Assessing changes towards in lean production. **Internatinoal Journal of Operations & Production Management**, v. 16, 1996.

KARSENTY, L.; LACOSTE, M. Comunicação e Trabalho. In: FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2007.

KLEINER, Brian M. Macroergonomic analysis of formalization in a dynamic work system. **Applied Ergonomics**, v. 29, 1998.

KLEINER, Brian M. Macroergonomics. In: KAWORWISK, W. **International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors**. EUA: Editora: Taylor & Francis, 2001.

KLEINER, Brian M. Macroergonomics: Analysis and design of work systems. **Applied Ergonomics**, v. 37, 2006.

KOENIGSAECKER, George. **Leading the Lean Enterprise Transformation**. CRC Press 2009.

KRAJEWSKI, Lee et al. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

KROEMER, K. H.; GRADJEAN, E. **Manual de Ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem**, 5. ed. São Paulo: Bookman, 2005.

KROOK, Joakim; EKLUND, Mats. The strategic role of recycling centres for environmental performance of waste management systems. **Applied Ergonomics**, v. 41, 2010.

KUMAR, Sameer; MEADE, David. **Financial Models and Tools for Managing Lean Manufacturing**. Auerbach Publications, 2006.

LAVILLE, A. **Ergonomia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1977.

LEAN INSTITUTE. **Lean Lexico: Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean**. Lean Institute Brasil, 2007.

LEE-MORTIMER, Andrew. A Lean Route to manufacturing survival. **Assembly Automation**, v. 26, 2006.

LÉON, L. R. **Ergonomia y las lumbalgias lombares**. Centro de Investigaciones en Ergonomia, 2001.

LIKER, Jeffrey K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. São Paulo: Bookman, 2005.

LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David. **O Modelo Toyota: manual de aplicação**. São Paulo: Bookman, 2007.

LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David. **O Talento Toyota: os segredos da Toyota para desenvolver uma equipe excepcional**. Bookman: Porto Alegre, 2008.

MAGADI, A. **Using the six sigma policy deployment cycle to mitigate Project failures.** University of Central Florida. Master's thesis. Orlando, Florida: College of Engineering and Computer Sciences, 2004.

MAGGI, Bruno. **Do Agir Organizacional:** Um ponto de vista sobre o trabalho, o bem-estar, a aprendizagem. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2006.

MANN, D. **Liderança Lean:** Ferramentas para sustentar a cultura lean. São Paulo. Leopardo Editora Ltda, 2010.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados.** São Paulo: Atlas, 2009.

MARTIN, James William. **Lean Six Sigma for the Office.** CRC Press, 2008.

MARTIN, Karen; OSTERLING, Mike. **The Kaizen Event Planner:** Achieving Improvement in Office, Service and Technical Environments. Productivity Press, 2007.

MARTINS, P. G. LAUGENI. **Administração da Produção.** 2. ed. rev. São Paulo: Saraiva, 2005.

MARTINS, Petrônio G., LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção.** 2. ed. rev., aum. e atual. São Paulo: Saraiva, 2005.

MASSACCESI, M. *et al.* Investigation of work-related disorders in truck drivers using RULA method. **Applied Ergonomics**, v. 34, 2003.

MATEUS JUNIOR, José Roberto. **Diretrizes para uso das ferramentas de avaliação de carga física de trabalho em ergonomia:** equação NOISH e Protocolo RULA. 2009. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. 2009.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral da Administração.** Editora Atlas, São Paulo, 2011.

MCATAMNEY, L.; CORLETT, E. N. RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. **Appl. Ergonomics**, v. 24, p. 91–99, 1993.

MEISTER, D. **Conceptual aspects of human factors**. Johns Hopkins University Press: Baltimore, 1989.

MONTMOLLIN, M. A **Ergonomia**. Paris: La Découverte, 1990. 160p.

MONTMOLLIN, M. DARSE, F. A **Ergonomia**. 2. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 2011.

MOORE, J. S. GARG, A., The Strain Index: A proposed method to analyze jobs for risk distal upper extremity disorders. **American Industrial Hygiene Association Journal**, v. 56, 1995.

MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C. **Ergonomia**: conceitos e aplicações. Rio de Janeiro: 2AB Editora LTDA, 1998, 119p.

MOREAU, M. Corporate ergonomics programme at automobiles Peugeot-Sochaux. **Applied Ergonomics**, v. 34, 2003.

MOURA, Reinaldo. **A simplicidade do controle da produção**. 3. ed. São Paulo: IMAN, 1989.

MUNCK-ULFSFÄLT, Ulla et al. Corporate ergonomics programme at Volvo Car Corporation. **Applied Ergonomics**, v. 34, 2003.

MURRELL, K. F. H. **Human performance in industry**. New York: Reinhold publishing, 1997.

NARUSAWA, Toshiko; SHOOK, John. **Kaizen Express**: fundamentos para a sua jornada lean. Lean Institute, 2009.

NASH, Mark A.; POLING, Sheila R. **Mapping the total value Stream**: a comprehensive guide for production and transactional process. CRC Press, 2008.

NEUMANN, W. Patrick; EKMAN, Marianne; WINKEL, Jorgen. Integrating ergonomics into production system development – The Volvo Powertrain case. **Applied Ergonomics**, v. 40, 2009.

NORROS, Leena; SALO, Leena. **Design of joint systems**: a theoretical challenge for cognitive systems engineering. *Cog Tech Work*, 2009.

OHNO, Taiichi. **Workplace management**. Gemba Press, 2009.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **História da Administração**: como entender suas origens, as aplicações e as evoluções da administração. São Paulo: Atlas, 2012.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Teoria geral da administração**: uma abordagem prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão Estratégica da Qualidade**: princípios, métodos e processos. São Paulo: Atlas, 2008.

PERFORM - programme at four Australian underground coal mines III, Forrest W. Process improvement projects shortcomings and resolution. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, 2010.

RAKICH, J. S. Strategic Quality Planning. **Hospital Topics**: Research and Perspectives on Healthcare, v. 78, n. 2, 2000.

RANNEY, D. **Distúrbios osteomusculares crônicos relacionados ao trabalho**. São Paulo: Roca, 2000.

ROCHA, José Celso. **Modelo de gestão para programas de ergonomia industrial**. 2002. 199f. Dissertação (Mestrado em Ciência no curso de Engenharia Aeronáutica e Mecânica na área da Produção) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, São Paulo, 2002.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. Lean Institute Brasil, 2003.

ROTHER, Mike. **Toyota Kata**: gerenciando pessoas para melhoria, adaptabilidade e resultados excepcionais. Editora Bookman, 2010.

ROWAN, Marilyn P.; WRIGHT, Phillip C. Ergonomics is good for business. **Facilities**, v. 13, 1995.

SANDERS, M. S.; MCCORMICK, E. J. **Human factors engineering and design**. McGraw-Hill: New York, 1993.

SANTOS, C. M. F.; LIMA, M. R. Impacto dos distúrbios osteomusculares na concessão de benefícios acidentário previdenciário no setor saúde, Brasil 2009. **Revista de Enfermagem Contemporânea**, Salvador, 2012.

SAURIN, Tarcisio Abreu; FERREIRA, Cléber Fabricio. The impacts of lean production on working conditions: A case study of a harvester assembly line in Brazil. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 39, 2009.

SAYER, N. J.; WILLIAMS, B. **Lean for Dummies**. Wiley Publishing, Inc. 2007.

SCARBROUGH, Harry; TERRY, Mike. Forget Japan: the very British response to lean production. **Employee Relations**, v. 20, 1998.

SCHMIDT, J. G., LYLE, D. **Lean Integration**: an integration factory approach to business agility. United States: Informatica Corporation, 2010.

SELL, Ingeborg. **Projeto do trabalho humano**: melhorando as condições de trabalho. Editora da UFSC, 2002.

SELLITTTO, Miguel Afonso; RIBEIRO, José Luis Duarte. Construção de indicadores para avaliação de conceitos intangíveis em sistemas produtivos. **Gestão e Produção**, v. 11, 2004.

SHIMOKAWA, Koichi; FUJIMOTO, Takahiro. **O Nascimento do Lean**: Conversa com Taiichi Ohno, Eiji Toyoda e outras pessoas que deram forma ao modelo Toyota de gestão. São Paulo: Bookman, 2011.

SHINGO, Shigeo. **Kaizen**: a arte do pensamento criativo. São Paulo: Bookman, 2010.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta:** uma revolução nos Sistemas Produtivos. São Paulo: Bookman, 2008.

SHOOK, John. **Gerenciando para o aprendizado:** usando o processo de gerenciamento A3 para resolver problemas, promover alinhamento, orientar e liderar. Lean Institute Brasil, 2008.

SILVA, Doris. MARZIALE, Maria. O adoecimento da equipe de enfermagem e o absenteísmo doença. **Revista Ciência, Cuidado e Saúde.** Maringá, v. 1, n. 1. 2002.

SMYTH, Joanne. Corporate Ergonomics programme at BCM Airdrie. **Applied Ergonomics**, v. 34, 2003.

SNOOK, S. H.; CIRIELLO, V. M. The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. **Ergonomics**, v. 34, 1991.

SOARES, M. et al. Os primeiros passos de um programa de ergonomia na empresa: duas experiências distintas. **Revista Gestão Industrial**, 2007.

SOBEK II, Durward K.; SMALLEY, Art. **Entendendo o Pensamento A3:** Um componente crítico do PDCA da Toyota. São Paulo: Bookman, 2010.

SOLOMON, Jerrold M. **Who's counting?** A Lean Accounting Business Novel. WCM Associates, 2003.

SPITHOVEN, A. Lean Production and Disability. **International Journal of Social Economics**, v., 28, n. 9, 2011.

STANTON, N. et al. **The handbook of human factors and ergonomics methods.** United States: CRC Press LLC, 2005.

SULLIVAN, William G.; MCDONALD, Thomas N.; VAN AKEN, Eileen M. Equipment replacement decisions and lean manufacturing. **Robotics and Computer Integrating Manufacturing**, v. 18, 2002.

SYNWOLDT, Uwe; GELLERSTEDT, Sten. Ergonomics Initiatives for machine operators by Swedish logging industry. **Applied Ergonomics**, v. 34, 2003.

TEIXEIRA, Clarissa Stefani. **Fatores associados às queixas musculoesqueléticas no contexto das condições de saúde e trabalho de instrumentistas de corda, considerando a ergonomia organizacional, cognitiva e física.** 2011. 279f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

TENNANT, C.; ROBERTS, P. Hoshin Kanri: Implementing the Catchball Process. **Long Range Planning**, v. 34, n. 3, 2001.

VINK, Peter; KONINGSVELD, Ernest A.P.; MOLENBROEK, Johan F. Positive outcomes of participatory ergonomics in terms of great comfort and higher productivity. **Applied Ergonomics**, v. 37, 2006.

WALDER, J.; KARLIN, J.; KERK, C. **Integrated lean thinking & ergonomics:** utilizing material handling assist device, solutions for a productive workspace. MHIA White Paper, USA, 2007.

WATERS, T. R. et al. Revised NIOSH equation for design and evaluation of manual lifting tasks. **Ergonomics**, v. 36, n. 7, p. 749-776, 1993.

WATERS, T. R.; PUTZ-ANDERSON, V.; GARG, A., **Applications manual for the revised Niosh Equation.** NIOSH. Cincinnati. Ohio, 1994.

WILSON, J. R. **A framework and context for ergonomics methodology.** Evaluation of Human Work. 2. ed., Taylor & Francis, London, 1995.

WILSON, Mark M.J.; ROY, RAM N. Enabling Lean procurement: a consolidation models for small-and medium size enterprises. **Journal of Technology Management**, v. 20, 2009.

WISNER, A.; SZNELWAR, L. I. Questões Epistemológicas em Ergonomia e em Análise do Trabalho. In: DANIELLOU, F. A

Ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2004.

WITCHER, B. J.; CHAU, V. S. Balanced Scorecard and Hoshin Kanri. **Management Decision**, v. 45, n. 3, 2007.

WITCHER, B. J.; CHAU, V. S.; HARDING, P. Dynamic capabilities: top executive audits and Hoshin Kanri at Nissan. **International Journal Of Operations & Production Management**, v. 28, n. 6, 2008.

WOMACK, James; JONES, Daniel T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas:** Lean Thinking – Elimine o desperdício e crie riqueza. Editora Elsevier, 2004.

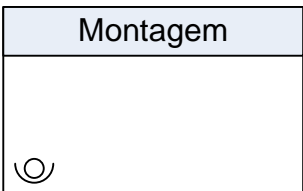
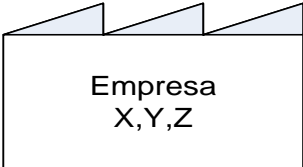
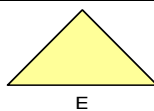
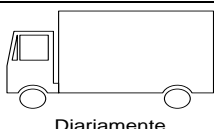

WOMACK, James; JONES, Daniel T; ROOS, Daniel. **A Máquina que mudou o mundo.** Editora Campus, 2004.

WOMACK, Sarah K.; ARMSTRONG, Thomas J.; LIKER, Jeffrey K. Lean Job Design and Musculoskeletal Disorder Risk: A two-plant comparison. **Human factors and Ergonomics in Manufacturing**, v. 19, 2009.

YAUCH, Charlene A. Team-based work and work system balance in the context of agile manufacturing. **Applied Ergonomics**, v. 38, 2007.


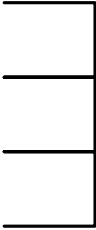

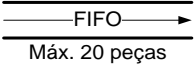
APÊNDICE A – Mapeamento de Fluxo de Valor

Quadro 19: Quadro de ícones de materiais.

Quadro 1 - Quadro de Ícones de Materiais		
Ícones de Materiais	Representa	Notas
<div>Montagem</div> <div></div>	Cada etapa do Processo	Uma caixa de processo equivale a uma área do fluxo. Todos os processos devem ser identificados. Também usado para departamentos como o de Planejamento e Controle de Produção.
<div>Empresa X,Y,Z</div> <div></div>	Fontes Externas	Usado para mostrar clientes, fornecedores e processos de produção externos.
<div><div>T/C=0,44 ton/h</div><div>TR=38min</div><div>Dispo=53%</div><div>Tdispo= 1 turno</div><div>Refugo=0,01%</div><div>(dedicada)</div></div>	Caixa de dados	Usado para registrar informações relativas a um processo de manufatura, departamento, cliente.
<div></div>	Estoque	Usado para apontar a quantidade e o tempo de estoque em dias.
<div></div>	Entrega via caminhão	Usado para demonstrar a entrega via caminhão. Deve apontar a frequência das entregas.
<div></div>	Movimento de matérias da produção empurrado (produzido para estoque)	Material que é produzido e movido para frente antes que o processo seguinte precise; geralmente baseado em uma programação.



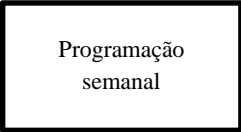

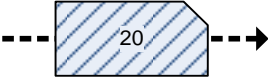
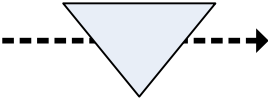
Fonte: Rother e Shook (2003).

Quadro 20: Quadro de ícones de materiais.

Ícones de Materiais	Representa	Notas
	Movimento de produtos acabados para o cliente	Uma caixa de processo equivale a uma área do fluxo. Todos os processos devem ser identificados. Também usado para departamentos como o de Planejamento e Controle de Produção.
	Supermercado	Um estoque controlado de peças que é usado para a programação da produção em um processo anterior.
	Retirada	Indica a puxada de materiais, geralmente de um supermercado.
	Transferência de quantidades controladas de material entre processos em uma sequência “primeiro que a entrar – primeiro a sair”	Indica um dispositivo para limitar a quantidade e garantir o fluxo de material (First in/First out - FIFO) entre os processos. A quantidade máxima deve ser anotada


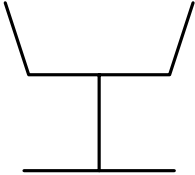



Fonte: Rother e Shook (2003).

Quadro 21: Quadro de ícones de informação.

Ícones de informação	Representa	Notas
	Fluxo de informação manual	Por exemplo: programação da produção ou programação da entrega.
	Fluxo de informação eletrônica	Por exemplo: via troca eletrônica de dados, como em um sistema informatizado de planejamento de produção.
	Informação	Descreve um fluxo de informação.
	Kanban de produção (linhas pontilhadas indicam a rota do kanban)	O Kanban “um por container”. Um cartão ou um dispositivo que avisa um processo quanto do que pode ser produzido e dá permissão para fazê-lo.
	Kanban de retirada	Um cartão ou dispositivo que instrui o movimentador de material para obter e transferir peças (por exemplo: de um supermercado para o processo consumidor).
	Kanban de sinalização	Kanban “um por lote”. Sinaliza quando o ponto de reposição é alcançado e outro lote precisa ser produzido. Usado quando o processo fornecedor deve produzir lotes por causa de trocas necessárias.

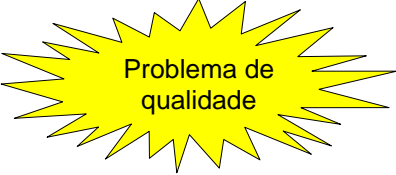
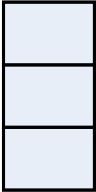
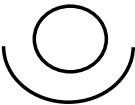


Fonte: Rother e Shook (2003).

Quadro 22: Quadro de ícones de informação.

Ícones de informação	Representa	Notas
	Bola para puxada sequenciada	Dá instrução para produzir imediatamente uma quantidade e tipo de pré-determinado, geralmente uma unidade. Um sistema puxado para processos de submontagem sem usar um supermercado.
	Posto de Kanban	Local onde o Kanban é coletado e mantido para transferência.
	Kanban chegando em lotes	
	Nivelamento de produção	Ferramenta para interceptar lotes de kanban e nivelar o seu volume e mix por um período de tempo.
	Programação da produção do tipo “vá ver”	Ajuste da programação com o programador indo até o local e verificando os níveis de estoque.

Fonte: Rother e Shook (2003).

Quadro 23: Quadro dos ícones gerais.

Ícones Gerais	Representa	Notas
	Indica a necessidade de Kaizen	Destaca as melhorias necessárias em processos específicos que são fundamentais para se chegar o fluxo de valor desejado. Pode ser usada para planejar um workshop ou semana Kaizen.
	Estoque de segurança ou pulmão	“Pulmão” ou “estoque de segurança” devem ser anotadas as quantidades.
	Indica um trabalhador no posto	Representa uma pessoa vista de cima. Deve-se indicar o número de pessoas por posto de trabalho.
	Representa a linha do tempo de fluxo de cada processo	O tempo deve ser preferencialmente apontado em dias.
	Cronograma total do processo	Apresenta a resultado da somatória dos tempos entre os processos.

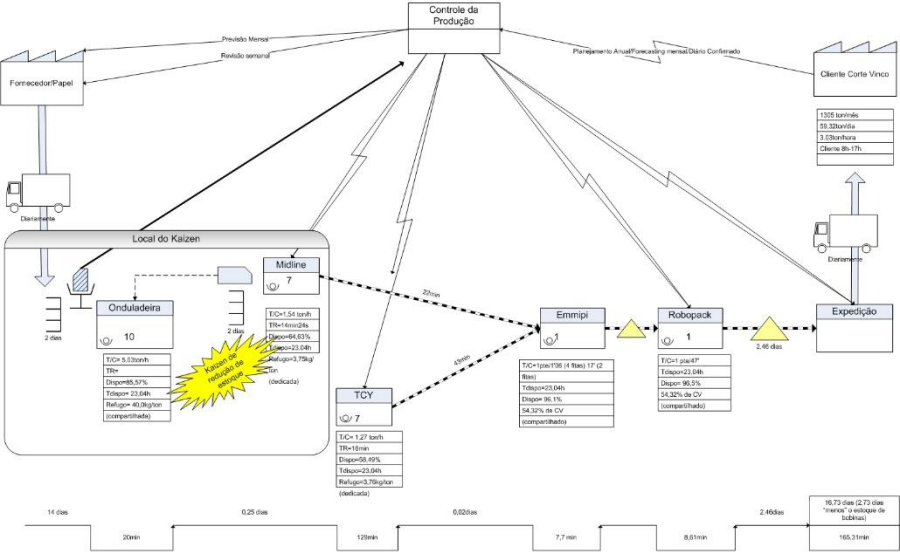
Fonte: Rother e Shook (2003).

Na sequência, apresentam-se um exemplo do VSM no estado atual de um fluxo de valor e outro projetando seu estado futuro.



Unidade - Embalagem

Mapeamento de Fluxo de Valor – Caixas Maleta - Estado Futuro



APÊNDICE B – Termo de Consentimento da Empresa



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA – UFSC
Programa de Pós Graduação em
Engenharia de Produção – PPGEp
Campus Universitário – Trindade –
Florianópolis/SC



TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA

Eu, José Roberto Mateus Junior, RG 4.879.416, CPF 008.914.889-44, regularmente matriculado sob o número 200907549 no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, em nível de doutorado, solicito à empresa Celulose IRANI S.A., autorização para realização de pesquisa relacionada ao projeto de tese intitulado - **MODELO DE GESTÃO DA ERGONOMIA INTEGRADO AS PRÁTICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA: O CASO DE UMA EMPRESA DE EMBALAGEM DE PAPELÃO ONDULADO**. Esse estudo será realizado entre os anos de 2009 e 2013 e todas as informações que vinculem o estudo com a empresa Celulose IRANI S.A. serão mantidas em sigilo.

Pesquisador

José Roberto Mateus Junior

Responsável Celulose IRANI S.A.

Sérgio Luiz Cotrim Ribas
Diretor de Negócios Papel e Embalagem